



جامعة اليرموك

كلية الآثار والانثروبولوجيا

قسم الآثار

الزجاج المكتشف من موقع أم الجمال الأثري في المواسم 2012 و 2013: دراسة
تحليلية مقارنة.

The Glass Excavated from Umm el-Jimal Archaeological Site
during 2012 and 2013 Seasons: An Analytical and
Comparative Study

إعداد

شذى محسن ناصر المصطفى

إشراف

الدكتور خالد البشايره

حقل التخصص : العلوم التطبيقية في الآثار

2014

الزجاج المكتشف من موقع أم الجمال الأثري في المواسم ٢٠١٢ و ٢٠١٣: دراسة
تحليلية مقارنة.

The Glass Excavated From Umm El-Jimal Archaeological Site
During 2012 and 2013 Seasons: An Analytical and
Comparative Study

إعداد

شذى محسن ناصر المصطفى

بكالوريوس

محافظة المصادر التراثية وإدارتها

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في تخصص العلوم
التطبيقية في الآثار في جامعة اليرموك، إربد، الأردن.

وافق عليها

د. خالد البشارية

الدكتور خالد البشارية

الأستاذ الدكتور زياد السعد

الدكتور أحمد الشومان

الشكر

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على رسوله الكريم، أما بعد فإن الشكر لله أولاً، ويسعدني وبتلج صدري أن أتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الوفير الى أستاذي ومشرفي الدكتور الفاضل خالد البشاييرة الذي لم يبخل عن مد يد العون والمساعدة، والتوجيه السليم طول فترة إعدادي للبحث، فكان الأستاذ الفاضل والناصح الأمين، وأدعو الله أن يمتعته دوماً بالصحة والعافية ليظل منبراً منبراً لطلبة العلم، فله مني كل الشكر والتقدير.

وبخالص الشكر والتقدير أتقدم للجنة المناقشة الأستاذ الدكتور زياد السعد، والدكتور أحمد الشрман بقبولهم مناقشتي هذه الرسالة لهم مني فائق الاحترام.

وأقدم شكري وتقديري الى الدكتور عبد القادر الحصان مدير مكتب آثار المفرق، لما قدمه لي من طيب المعاملة، وحسن الضيافة، ولتسهيل مهمتي في موقع الدراسة، فجزاه الله كل خير.

وأقدم بالشكر الوفير الى الدكتور Ian Freestone لمساعدته في تحليل العينات بمختبرات ولفسون للعلوم التطبيقية في الآثار في جامعة (University College London)، له مني كل الاحترام والتقدير.

وكل الشكر للدكتور محمد الروسان والدكتور أحمد الشрман لما قدماه من مساعده لي في انجاز هذا البحث.

ولا أنسى أصدقائي وزملائي الذين لا يمكن نسيان مساعدتهم في مسيرتي لإتمام هذا البحث، وأخص بالذكر سناء عزابيزة، هبة أبو دلو، محمود العمري، فلهم مني كل الشكر والتقدير.

ولا يسعني أيضاً إلا أن أتقدم بجزيل الشكر الى كل من ساعدني وكانت له بصمة في إعداد هذا البحث وأخص بالذكر السيد حسين ديباجة، والسيد علي العمري، السيد موسى سريل، السيدة سناء الخصاونة من مختبرات كلية الآثار في جامعة اليرموك، وأتقدم بالشكر الجزيل لجميع العاملين في مكتب آثار المفرق الذين سهلوا علي مهمني وساعدوني في الاطلاع على الموقع وآثاره والحصول على الكثير من المعلومات والمخططات وتقارير الحفريات.

وفي النهاية كل الشكر والتقدير والإجلال الى من كانوا السر في نجاحي، والدي وإخوتي وزوجي على اهتمامهم وتشجيعهم لي على إكمال هذه الدراسة، فلهم مني كل الحب والاحترام.

الفهرس

الصفحة	الموضوع
ج	الإهداء
د	الشكر
و	الفهرس
ح	قائمة الخرائط
ح	قائمة الجداول
ط	قائمة الصور
ي	قائمة الأشكال
ك	الملخص
م	Abstract
1	الفصل الأول : مقدمة تاريخية وأثرية عن موقع أم الجمال
2	1.1 المقدمة
5	1.2 أهداف الدراسة
6	1.3 مبررات الدراسة
6	1.4 منهجية الدراسة
7	1.5 الدراسات السابقة
7	1.5.1 الدراسات السابقة لموقع أم الجمال والبحث الأثري فيه
10	1.5.2 الدراسات السابقة للزجاج
15	1.6 موقع الدراسة ، أم الجمال
15	1.6.1 مقدمة
16	1.6.2 موقع وأهمية أم الجمال
19	1.6.3 تاريخ البحث الأثري في أم الجمال
24	1.6.4 الحضارات المتعاقبة على أم الجمال
24	1.6.4.1 الحضارة النبطية
28	1.6.4.2 الحضارة الرومانية
29	1.6.4.3 الحضارة البيزنطية
31	الكنيسة الغربية
32	كنيسة كلاوديانوس
33	الكنيسة الشمالية
34	الكنيسة الشمالية الشرقية
34	كنيسة جوليانوس
34	الكنيسة الشرقية
35	كنيسة ماسيكوس
35	الكنيسة الجنوبية الشرقية
36	1.6.4.4 الفترات الإسلامية
37	الفصل الثاني : تقنية صناعة الزجاج
38	2.1 مقدمة
39	2.2 تعريف الزجاج
39	2.3 طبيعة الزجاج

41	2.4 تاريخ صناعة الزجاج
42	2.5 تركيب الزجاج
43	2.5.1 المواد الخام
43	2.5.1.1 السيليكا (Former)
44	2.5.1.2 المواد المصهرة (Modifiers)
45	2.5.1.3 المثبتات (Stabilizers)
46	2.6 ملونات الزجاج
47	2.6.1 أهم الأكاسيد الملونة
48	2.6.1.1 أكسيد النحاس
48	2.6.1.2 أكسيد الحديد
49	2.6.1.3 أكسيد المنغنيز
49	2.6.1.4 أكسيد الكوبالت
49	2.6.2 الأكاسيد المزيلة للون
50	2.6.3 الأكاسيد المعتمة
51	2.7 أنواع الزجاج
54	2.8 تقنية صناعة الزجاج
56	2.9 تقنيات التشكيل للزجاج
56	2.9.1 تقنية النفخ
57	2.9.2 تقنية قالب الصب
59	2.9.3 تقنية قالب الضغط
59	2.9.4 تقنية قالب الشمع المفقود
60	2.9.5 التشكيل بطريقة القطع البارد
60	2.10 الزجاج البيزنطي
62	الفصل الثالث : عينات الدراسة وطرق تحليلها
63	3.1 مقدمة
63	3.2 العمل الميداني
64	3.3 عينات الدراسة حسب الموقع
64	3.3.1 كنيسة القديسة مريم
68	3.3.2 المقبرة الشمالية
71	3.3.3 الكاتدرائية
76	3.3.4 الكنيسة المزدوجة الجنوبية
82	3.4 العمل المخبري
82	3.4.1 وصف العينات
82	3.4.2 تنظيف العينات للتحليل
83	3.4.3 تقنية التحليل المستخدمة في تحليل عينات الدراسة
84	3.4.3.1 مبدأ عمل الجهاز
85	3.4.3.2 تحضير العينات
85	3.4.3.3 ظروف تشغيل الجهاز
86	الفصل الرابع : النتائج والمناقشة
87	4.1 مقدمة
87	4.2 نظرة عامة
90	4.2.1 نتائج عينات كنيسة القديسة مريم

91	4.2.2 نتائج عينات المقبرة الشمالية
92	4.2.3 نتائج عينات الكاتدرائية
93	4.2.4 نتائج عينات الكنيسة المزدوجة
94	4.3 مناقشة النتائج وتفسيرها
100	4.4 ألوان عينات الدراسة
101	4.5 مقارنة نتائج الدراسة مع دراسات سابق
105	4.6 الخاتمة
110	المصادر العربية
114	المصادر الأجنبية

قائمة الخرائط

الصفحة	الموضوع
2	خارطة رقم (1) توضح موقع أم الجمال الأثري، وموقع بيت راس، والفدين، والبتراء.
18	خارطة رقم (2) توضح أهم طرق المواصلات وخطوط التجاره النبطية.
53	خارطة رقم (3) توضح أهم مواقع صنع الزجاج في فلسطين.

قائمة الجداول

الصفحة	الموضوع
38	جدول رقم (1) يبين نتائج تحليل كيميائي نموذجي للأوبسيديان.
66	جدول رقم (2) يمثل وصف لعينات الزجاج من كنيسة القديسة مريم.
70	جدول رقم (3) يمثل وصف لعينات الزجاج من المقبرة الشمالية.
75	جدول رقم (4) يمثل وصف لعينات الزجاج من الكاتدرائية.
80	جدول رقم (5) يمثل وصف لعينات الزجاج من الكنيسة المزدوجة.
89-88	جدول رقم (6) يبين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي المكتشف من موقع أم الجمال.
90	جدول رقم (7) يبين نتائج تحليل عينات زجاج كنيسة القديسة مريم.
91	جدول رقم (8) يبين نتائج تحليل عينات زجاج المقبرة الشمالية.
92	جدول رقم (9) يبين نتائج تحليل عينات زجاج الكاتدرائية.
93	جدول رقم (10) يبين نتائج تحليل عينات زجاج الكنيسة المزدوجة.
95	جدول رقم (11) يبين متوسط النسب المؤيه للمكونات الرئيسية لزجاج الأربع مواقع
96	جدول رقم (12) يبين أنواع زجاج Soda-Lime-Glass.
102	جدول رقم (13) يبين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي لموقع الفدين.
103	جدول رقم (14) يبين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي من موقع بيت راس.
104	جدول رقم (15) يبين نتائج تحليل عينات زجاج نوافذ كنيسة البتراء.

قائمة الصور

الصفحة	الصورة
4	صورة رقم (1) تبيين التخریب في موقع أم الجمال
4	صورة رقم (2) تبيين النیش لبعض قبور موقع أم الجمال
17	صورة رقم (3) تبيين خزانات المياه في أما الجمال
19	صورة رقم (4) تبيين برك وخزانات أم الجمال
27	صورة رقم (5) تبيين المعبد النبطي
31	صورة رقم (6) تبيين بوابة كومودوس
32	صورة رقم (7) تبيين أحد جدران الكنيسة الغربية
33	صورة رقم (8) تبيين كنيسة كلاوديانوس
35	صورة رقم (9) تبيين كنيسة جوليانوس
59	صورة رقم (10) تبيين التشكيل باستخدام تقنية قالب الصب
65	صورة رقم (11) تبيين نقش على حجر مكتوب عليه القديسة ماريه (Agia Maria)
65	صورة رقم (12) تبيين أحد بوابات كنيسة القديسة مريم
66	صورة رقم (13) تبيين مكان كنيسة القديسة مريم
67	صورة رقم (14) تبيين عينة رقم (7)
67	صورة رقم (15) تبيين عينة رقم (9)
67	صورة رقم (16) تبيين عينة رقم (12)
67	صورة رقم (17) تبيين عينة رقم (14)
67	صورة رقم (18) تبيين عينة رقم (15)
68	صورة رقم (19) تبيين المقبرة الشمالية
69	صورة رقم (20) تبيين أحد قبور المقبرة الشمالية
70	صورة رقم (21) تبيين عينة رقم (1)
70	صورة رقم (22) تبيين عينة رقم (11)
71	صورة رقم (23) تبيين عينة رقم (13)
71	صورة رقم (24) تبيين عينة رقم (16)
71	صورة رقم (25) تبيين عينة رقم (8)
72	صورة رقم (26) تبيين غرفة التعميد من الكاتدرائية
72	صورة رقم (27) نقش يبين تاريخ الكاتدرائية
73	صورة رقم (28) تبيين أحد بوابات الكاتدرائية
74	صورة رقم (29) تبيين أحد بوابات الكاتدرائية
74	صورة رقم (30) تبيين أحد الجدران المهمة في الكاتدرائية
76	صورة رقم (31) تبيين عينة رقم (2)
76	صورة رقم (32) تبيين عينة رقم (3)
76	صورة رقم (33) تبيين عينة رقم (10)
76	صورة رقم (34) تبيين عينة رقم (17)
77	صورة رقم (35) تبيين الكنيسة المزدوجة من الخارج، الشمالي والجنوبي
78	صورة رقم (36) تبيين الجزء الجنوبي للكنيسة المزدوجة
78	صورة رقم (37) تبيين الجزء الشمالي للكنيسة المزدوجة
81	صورة رقم (38) تبيين عينة رقم (4)
81	صورة رقم (39) تبيين عينة رقم (5)
81	صورة رقم (40) تبيين عينة رقم (6)
81	صورة رقم (41) تبيين عينة رقم (18)
81	صورة رقم (42) تبيين عينة رقم (19)
81	صورة رقم (43) تبيين عينة رقم (20)
83	صورة رقم (44) يمثل جهاز (Electron Probe Microanalyser).

قائمة الأشكال

الصفحة	الشكل
26	شكل رقم (1) يوضح أهم المعالم الأثرية في أم الجمال
40	شكل رقم (2) يمثل التركيب الشبكي للسليكا قبل عملية الأنصهار
40	شكل رقم (3) يمثل التركيب الشبكي للسليكا بعد عملية الأنصهار
79	شكل رقم (4) تبين مخطط للكنيسة المزدوجة
79	شكل رقم (5) تبين مخطط للجزء الجنوبي من الكنيسة المزدوجة
97	شكل رقم (6) يبين العلاقة بين Mg-K لعينات دراسة جميعها
99	شكل رقم (7) يبين العلاقة بين Sr-Ti لعينات دراسة جميعها
99	شكل رقم (8) يبين Hierarchical Cluster Analysis
106	شكل رقم (9) يبين العلاقة بين Mg-K لعينات دراسة جميعها
107	شكل رقم (10) يبين العلاقة بين Cr-P لعينات دراسة جميعها
108	شكل رقم (11) يبين العلاقة بين Cr-S لعينات دراسة جميعها
108	شكل رقم (12) يبين العلاقة بين Cr-Ba لعينات دراسة جميعها

المخلص

المصطفى، شذا محسن. الزجاج المكتشف من موقع أم الجمال الأثري في المواسم 2012 و

2013: دراسة تحليلية مقارنة. 2014 (المشرف: الدكتور خالد البشايره).

تقدم هذه الرسالة دراسة وصفية تحليلية مقارنة لعشرين عينة من زجاج الفترة البيزنطية والمكتشفة من موقع أم الجمال شمال شرق المملكة الأردنية الهاشمية.

جمعت مادة الدراسة من المقبرة الشمالية، وثلاث مبان هي: كنيسة القديسة مريم، والكاتدرائية، والكنيسة المزدوجة، وتم تحليلها باستخدام تقنية (Electron Probe Microanalyser (EPM)، بهدف دراسة التركيب الكيميائي للعينات وتصنيفها، ومحاولة التعرف على مصدر المواد الخام المستخدمة في صناعتها.

بينت نتائج التحليل أن الزجاج هو من نوع Soda-Lime-Glass، حيث بلغ متوسط نسبة السليكا 70.53%، والصودا 13.93%، والجير 8.25%، وهناك (15) عينة من نوع زجاج Levantine I و (5) عينات من نوع Levantine II. تميزت هذه العينات بانخفاض نسبة البوتاسيوم والمغنيسيوم عن 2% مما يعني أن المادة القلوية المستخدمة هي ملح النطرون الذي كان يتم جلبه من مصر.

بمقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات سابقة لعينات زجاج بيزنطي من مواقع مختلفة (بيت راس، القدين، البتراء)، ظهر توافق كبير في نسب أكاسيد الفلزات الداخلة في صناعة الزجاج في الأربعة مواقع، وكانت جميعها من نوع Soda-Lime-Glass.

من خلال نتائج التحليل الكيميائي لعينات زجاج أم الجمال يمكن استنتاج أن عملية الصنائه
ربما كانت عن طريق جلب كتل من زجاج المواد الخام التي كانت تصنع في الورش الأولية
والتي كانت تقع بالقرب من مصادر المواد الخام (الرمل والقلوي) في مصر وفلسطين
(Freestone 2005)، ومن ثم إعادة صهرها مره أخرى في الورش الثانوية الموجودة في
الأردن وتشكيل الأواني الزجاجية ونفخها.

© Arabic Digital Library-Yarmouk University

Abstract

Al-Mustfa, Shatha Muhsen. The Glass Excavated from Umm el-Jimal Archaeological Site during 2012 and 2013 Seasons: An Analytical and Comparative Study.

This thesis presents a descriptive, comparative and analytical study of twenty samples of Byzantine period glass discovered at Umm el-Jimal site in the Northeast of Jordan.

Glass samples were collected from four areas in Umm el-Jimal, Saint Mary Church, North Cemetery, the Cathedral and the Dual Church, and then analyzed using Electron Probe Microanalyser technique aiming to study the chemical composition of the samples and classify them, and trying to identify the source of the raw materials used in their manufacture.

The results show that the glasses are Soda-Lime-Glass, where the average of silica is 70.53%, of soda is 13.93%, of lime is 8.25%, and there are 15 samples of Levantine I and 5 samples of Levantine II type.

These samples are characterized by concentrations of potassium and magnesium lower than 2%, which means that the alkaline used is the natron salt from Egypt.

Comparing the results of this study to the results of previous studies of Byzantine glass samples taken from other sites (Beit Ras, Al Fudein and Petra), high symmetry and sameness appeared in oxides the four sites showed consistence results of the chemical analyses and all glass are Soda-Lime-Glass.

It can be concluded that the manufacture of the glasses might took place by importing blocks of raw glass that was produced in primary workshops near the sources of raw materials (sand and alkali) in Egypt and Palestine (Freestone 2005), and then re-melted and shaped in secondary workshops in Umm el-jimal, Jordan.

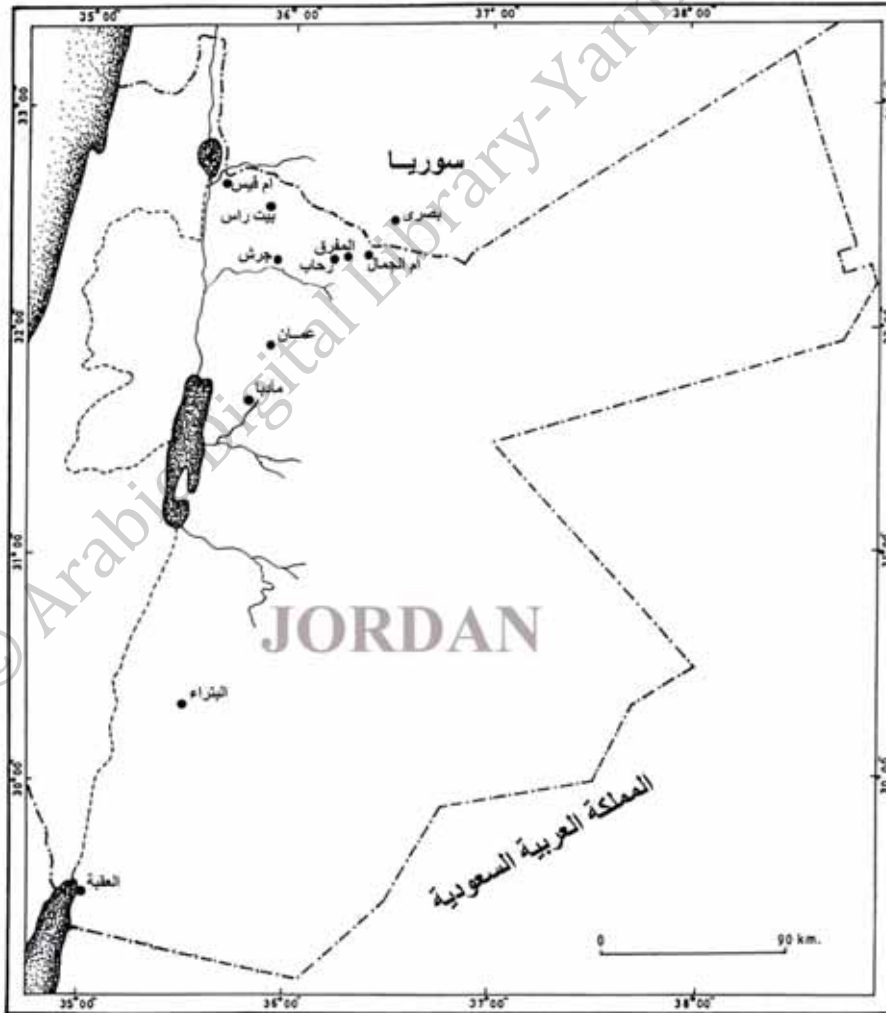
الفصل الأول

مقدمة تاريخية وأثرية عن موقع أم الجمال

1.1 المقدمة

تقدم هذه الرسالة دراسة تحليلية ومقارنة لعينات من الزجاج البيزنطي المكتشف من مدينة أم الجمال الأثرية، حيث تعتبر دراسة الزجاج وتحليله تحليلاً كيميائياً من الدراسات الهامة في حقل الآثار التي تقدم معلومات هامة وضرورية عن نوع الزجاج وتقنية صناعته ومصدر المواد الخام وغيرها.

تقع مدينة أم الجمال الأثرية شمال شرق المملكة الأردنية الهاشمية على بعد 20 كم إلى الشرق من مدينة المفرق (عصفور 2009: 171) انظر خارطة رقم (1).



خارطة رقم (1): توضح موقع مدينة أم الجمال الأثرية (حسين ديباجة)

تعتبر أم الجمال من المواقع الاثرية الهامة في شرق الأردن، كانت المدينة تعتبر مركزاً تجارياً وموقعا استراتيجياً هاماً بسبب وقوعها على خط تراجان التجاري، تضم المدينة عدداً كبيراً من البيوت السكنية والكنائس وخزانات المياه والمقابر والثكنات العسكرية وغيرها والتي بنيت من الحجارة البازلتية السوداء المنتشرة الى الشرق والجنوب الشرقي من المدينة (خويرة 1990: 1). تعاقب على مدينة أم الجمال عدد من الحضارات ابتداء بالحضارة النبطية، مروراً بالحضارة الرومانية والبيزنطية، واستمرت المدينة في الازدهار حتى نهاية العصر الأموي الى أن دمرها زلزال عام 747م، وبسبب عدم إعادة بناء المدينة ونقل الخلافة من دمشق إلى بغداد في العصر العباسي فقدت المدينة أهميتها (الزبيدي 2003: 16، Showker 1979: 124).

خلال حفريات إنقاذية حصلت بسبب التخريب في الموقع والنبش لبعض القبور (المقبرة الشمالية، وكنيسة القديسه مريم) في مدينة أم الجمال أنظر صورة رقم (1) وصورة رقم (2)، وأخرى نظامية في (الكاتدرائية، والكنيسة المزدوجة)، بإشراف الدكتور عبد القادر الحصان خلال العامين 2012 و2013 تم الكشف في هذا الموقع عن عدد كبير من المواد الاثرية المتنوعة تعود بتاريخها إلى فترات الاستيطان المختلفة، ومنها الادوات الزجاجية. ومن أجل هذه الدراسة تم اختيار عدد من القطع الزجاجية كالمقابض والقواعد وقطع من الأدوات الزجاجية (وعددها 20) والمكتشفة من كنيسة القديسه مريم، والمقبرة الشمالية، والكاتدرائية، والكنيسة الجنوبية (المزدوجة)، والتي أرخت الى الفترة البيزنطية وذلك بواسطة كسر الفخار وبقايا الأسرجة التي وجدت معها.

اختلفت هذه العينات في لونها فمنها الأخضر الزيتي والشفاف والأزرق والبني، واختلفت أيضاً في وظيفتها فمنها الأواني والكؤوس والقوارير والمدامع والقناني. وتم اختيار هذه العينات من اجل تحليلها تحليلاً علمياً للتعرف على نوع الزجاج وتقنية صناعة الزجاج البيزنطي في هذا الموقع

ومصدر المواد الخام المستخدمة في صناعتها وذلك من خلال تركيبها الكيميائي وقد تم مقارنة نتائج الدراسة بنتائج دراسات سابقة اجريت على قطع زجاجية من مواقع مختلفة تعود لنفس الفترة الزمنية وهي: الفدين، وبيت راس، والبتراء.



صورة رقم (1): تبيين التخريب في موقع أم الجمال (الدكتور الحصان).



صورة رقم (2): تبيين النيش في بعض قبور موقع أم الجمال (الدكتور الحصان).

1.2 أهداف الدراسة

تهدف هذه الرسالة الى تحليل الزجاج المكتشف من موقع أم الجمال في المواسم 2012 و2013، تحليلاً علمياً ومقارنة مع زجاج مكتشف من مواقع أخرى في الأردن، وذلك من خلال التحليل الكيميائي، ومن الأهداف الفرعية لهذه الدراسة هي:

- 1- وصف القطع الزجاجية التي وتصنيفها من حيث اللون والوظيفة.
- 2- تحديد العناصر الرئيسية والثانوية المكونة لهذه القطع.
- 3- تصنيف القطع كيميائياً في ضوء المجموعات الكيميائية المتعارف عليها.
- 4- تحديد المواد الخام المستخدمة في صناعة القطع الزجاجية، ومحاولة تحديد مصدرها إن امكن.
- 5- تحديد العناصر المسؤولة عن أصفاء اللون للقطع المدروسة.
- 6- مقارنة نتائج تحليل الزجاج من هذه الدراسة بنتائج دراسات أخرى تعود لنفس الفترة من مواقع أخرى.
- 7- تحديد مهارة الصانع.
- 8- تحديد طرق التجارة أن أمكن.

1.3 مبررات الدراسة

يعتبر موقع أم الجمال في محافظة المفرق من المواقع الأثرية المهمة في شرق الأردن وتعاقبت عليه حضارات مختلفة وتركت خلفها الكثير من المعالم والبقايا الأثرية التي كانت تستخدم في حياة الإنسان اليومية ومن أهمها الأدوات الزجاجية. لم يتم دراسة زجاج أم الجمال وتحليله تحليلاً كيميائياً من قبل ولذلك تعتبر هذه الدراسة من أول الدراسات التي ستجرى على عينات من زجاج هذا الموقع التي أرخت للفترة البيزنطية، ومن أهم المبررات أيضاً هو ان الزجاج قابل للتلف لذلك لجئنا لدراسته وتوثيقه كبيانات ومعلومات يمكن الرجوع لها في أي وقت.

ومن أهم المبررات هي معرفة ان كان لموقع أم الجمال زجاج خاص به أم هي صناعة للمنطقة بشكل عام، وهل صناعة الزجاج اختلفت من بداية الفترة البيزنطية وحتى نهايتها وهل اختلفت عن الفترة التي سبقتها.

1.4 منهجية الدراسة

تمّ اجراء الدراسة حسب المراحل التالية:

أ- جمع المعلومات والدراسات السابقة من خلال زيارة المكتبات، واستخدام الإنترنت في الحصول على المعلومات المتعلقة بمادة الدراسة، من حيث: موقع أم الجمال وتتبع تاريخ الكشف الأثري فيه، وبيان أهم المكتشفات الأثرية، ونشأة وتطور صناعة الزجاج خاصة المكتشفة في الأردن.

ب- جمع عينات الزجاج المناسبة للدراسة ومن ثم دراستها من حيث الشكل (آنية، قنينة، كأس، مدمعه، قارورة)، واللون (الأخضر ودرجاته، الأزرق الفاتح، البنفسجي المحمر، الشفاف)، وتصنيفها الى مجموعات حسب مكان العثور عليها ومن ثم توثيقها وتنظيفها وتصويرها.

ت- تحليل العينات: وشمل تحضير العينات للتحليل بتنظيفها وأخذ كمية مناسبة منها لإجراء عملية التحليل باستخدام جهاز ((Electron Probe Microanalyser (EPM)) من نوع (JEOL JXA 8100) في مختبرات ولفسون للعلوم التطبيقية في الآثار

(Wolfson Archaeological science Laboratories) في معهد الآثار

(Institute of Archaeology) بجامعة (University College London).

ث- كتابة النتائج ومناقشتها وتفسيرها ومقارنتها بدراسات سابقة لنفس الفترة الزمنية (البيزنطية) من مواقع أخرى في الأردن.

1.5 الدراسات السابقة

يعرض هذا العنوان الدراسات السابقة لموقع أم الجمال الأثري والبحث الأثري فيه، ثم يعرض الدراسات السابقة عن الزجاج.

1.5.1 الدراسات السابقة لموقع أم الجمال والبحث الأثري فيه:

قام Butler (1913) بدراسة موقع أم الجمال، وبيّن أهمية الموقع كمركز رئيسي للاستقرار البشري، وإن تاريخ الاستيطان بها يعود الى القرن الاول قبل الميلاد، ودرس ايضاً المعبد النبطي

الواقع في الجهة الجنوبية الغربية من مدينة أم الجمال، ومن خلال اللقى الأثرية التي كشفها في هذا الموقع استطاع تأريخ معظم كنائس أم الجمال وإرجاع فترة بنائها الى العصر البيزنطي المتأخر (491-636م). وحدد مواقع أغلب هذه الكنائس والأبواب لكل كنيسة وقام بوصف الاجزاء الداخليها لها مثل الحنية والصحن وغيرها.

درس Horsfield (1937) أم الجمال ونشر لها صوراً جوية ذات أهمية كبيرة تفيد في التعرف على التغيرات التي طرأت عليها، والمباني التي أندثرت فيها. وقام Glueck (1944) بزيارات عديدة الى أم الجمال في الثلاثينات وبداية الأربعينات من القرن العشرين لتأييد فكرته بأن المدينة كانت تشكل حلقة وصل رئيسية وهامة بين الجزيرة العربية وجنوب الأردن من جهة وسوريا من جهة أخرى.

قام De Vries (1979، a1981، b1981، a1982، b1982، 1984، 1985، 1988، 1989، 1993، 1995) بعمل مسوحات معمارية أثرية عديدة في موقع أم الجمال، وقام بالتحقق من الفترات التي توالى على المدينة من خلال النقوش الموجودة، وكشف عن مدينة غير مسورة في الجهة الشرقية من أم الجمال، وتوصل خلالها الى العديد من الاكتشافات الهامة، وحاول De Vries بالتعاون مع دائرة الآثار العامة خلال عامي 1972-1973م إكمال أعمال المسح التي قام بها بتلر في بداية القرن العشرين حيث تركزت أعماله على المسح المعماري والصور الجوية لمعرفة مراحل البناء في الموقع وكذلك تفصيلات مخطط المدينة من اجل إجراء عمليات ترميم للمعالم البارزة فيها.

كما وصف Doughty (1979) بعض منازل أم الجمال وصفاً جيداً وقام بقراءة بعض النقوش الموجودة في كنائسها خلال سنتي 1975 و 1976.

قام Parker (1982) بإجراء مسح أثري في منطقة حوران سنة 1980 للتعرف على خط الدفاع العربي الذي أنشئ في العصر الروماني ليحمي تجارتهم عبر طريق تراجان الذي يمتد من خليج العقبة جنوباً الى بصرى السورية شمالاً، ومن ضمنه التحصينات التي أنشئت في مدينة أم الجمال. وكان الهدف من هذا المسح معرفة سبب زيادة التحصينات في القطاع الاوسط من خط الدفاع التي حدثت حوالي عام 300م وكذلك تفسير الهجران الذي حصل لهذه التحصينات بعد قرنين من ذلك التاريخ.

Parker (1986) تحدث عن ما قام به De Vries من عمليات تنقيب أثرية في النصف الجنوبي من الموقع بإشراف دائرة الآثار العامة الأردنية، وكان الهدف منها دراسة نموذج من المباني في هذا الجزء من المدينة ومقارنتها مع مبانٍ من النصف الشمالي. ومن خلال هذه الدراسة تم التوصل الى تأكيد تأريخ تلك المباني ومن ضمنها التكنات العسكرية (The Barracks) حيث أرجعت الى القرن الخامس الميلادي.

قام الحصان (1995) بعمل حفريتين عرضيتين تم الكشف من خلالهما عن مقابر جديدة والتي تعود للعصر البيزنطي وهي عبارة عن مدافن فردية مبنية تحت الارض، وكشف أيضاً عن مقبرة جماعية عائلية تعود للفترة الرومانية المبكرة، كما جمع العشرات من النقوش الجنائزية.

قامت حداد (1997) بدراسة كنائس مدينة أم الجمال من حيث مخططاتها العامة وتفصيلاتها الداخلية، ومقارنتها مع كنائس من مواقع مختلفة من الأردن وسوريا، وقد توصلت إلى أوجه الشبه والاختلاف بين تلك الكنائس وكنائس أم الجمال مما ساعدها في إعطاء تواريخ تقريبية لفترة بناء كنائس هذه المدينة.

قامت جرادات (2010) بدراسة الألفاظ الدينية التي وردت في نقوش مدينة أم الجمال، وبينت من خلال دراستها السمات الدينية لمجتمع أم الجمال من خلال الألفاظ الدينية المكتشفة.

1.5.2 الدراسات السابقة للزجاج:

يعتبر Turner (1956) أول من اكتشف فرناً للزجاج في منطقة تل العمارنة في مصر، ودرس المواد الخام المستخدمة في صناعة الزجاج القديم، وفي مختلف العصور القديمة، وبين أهم الطرق المستخدمة في عمليات صهر الزجاج وتشكيله.

Lucas (1962) قدم العديد من الدراسات الكيميائية التي فسرت تركيب الزجاج في العصر الروماني، وما سبقه من عصور تاريخية خاصة في مصر القديمة. بينت دراسته أن الزجاج المصري القديم والروماني هو من نوع (الصودا) الذي يحتوي على أملاح النطرون كمصدر للقلوي كما بين أن الزجاج غير المصري (خاصة السوري) من نوع الزجاج (البوتاسي) الذي يحتوي على رماد الأعشاب البرية أو البحرية كمصدر للقلوي.

Brill (1988) قام بدراسات عديدة عن الزجاج من مواقع مختلفة، تحدث عن زجاج موقع جلمة من فلسطين والذي يعود لأواخر الفترة الرومانية. ومن خلال نتائج التحليل لـ 53 عينة من نفس الموقع تبين أنه ينتمي لزجاج Soda-Lime، وتم استخدام ملح النطرون كمادة قلووية اعتماداً على نسب البوتاسيوم والمغنيسيوم، وأن هذا النوع من الزجاج هو من Levantine I من خلال نسب المكونات الرئيسية لعينات زجاج هذا الموقع.

تناولت خوري (1995) دراسة البقايا الزجاجية في جرش ومقارنته مع المناطق المجاورة وطرق صناعة الزجاج في العصر الروماني، ومقارنة مواد الزجاج الموجودة في ام قيس وطبقة فحل وقويلبه مع فلسطين وسوريا ومصر، وقامت بوصف العينات من حيث الشكل واللون، وبينت الدراسة أن التقنية المستخدمة في صناعة الأواني الزجاجية في جرش هي تقنية النفخ وأن الزجاج كان يصنع محلياً، ويعود الى العصر الروماني، و اظهرت النتائج تشابهاً مع الزجاج الموجود في فلسطين وسوريا ومصر.

ومن اهم الدراسات التي تناولت الزجاج في الاردن في العصر الروماني تلك التي قدمها الأحمد والمحيسن (1996) حيث تناولت هذه الدراسة الكيميائية المواد الخام، والتركييب الكيميائي، وطرق صناعة الزجاج الروماني في موقع الصيلة من العصر الروماني، واتفقت هذه الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة في هذا المجال. وقامت الدراسة بتحليل مجموعة من العينات الزجاجية بواسطة الميكروسكوب الضوئي (Microscopic Examination) وطريقة المطياف الذري للتحليل الكيميائي (Atomic Absorption Spectrophotometer)، والنتيجة كانت أن الأواني الزجاجية قد صنعت باستخدام تقنية النفخ في القالب، وأن العينات هي من نوع (Soda-Lime Glass)، وبينت الدراسة أن صانع الزجاج الروماني استخدم مواد خام مختلفة من مصادر مختلفة، وبين التحليل الكيميائي أنه تم استخدام خلطات بنسب مختلفة من أكاسيد: الحديد، والنحاس، والمنغنيز، من أجل التحكم بألوان وشفافية الزجاج.

قام Aerts وآخرون (1999) بدراسة كيميائية مماثلة عن الزجاج الروماني المكتشف في حفائر كوم عمران بفلسطين، وأظهرت الدراسة تشابهاً كبيراً في مصادر المواد الخام المستخدمة في كل من فلسطين والأردن.

وتناولت دراسة صبايحة (2000) الزجاج البيزنطي والإسلامي (الفترة الأموية) في موقع حيان المشرف في الأردن، وأهم المواد الخام المستخدمة، والتركيبة الكيميائي للزجاج ومجموعاته الأساسية. استخدم في التحليل تقنية (AAS) والفحص المجهرى للزجاج، وكانت نتائج التحليل لعينات المجموعة الأولى (البيزنطية) والمجموعة الثانية العائدة للفترة الأموية هي من نوع زجاج Soda-Lime-Glass، وعلى الرغم من وجود دلائل تشير إلى صناعة الزجاج في موقع حيان المشرف، فإن المواد الخام المستخدمة في الصناعة كالنطرون كانت تجلب من مصر، والرمل كان يجلب من سوريا.

درس Fresstone وآخرون (2000) تحليلات على العناصر الرئيسية على الزجاج من عدد من مواقع من فلسطين من الفترة البيزنطية للإسلامية، ومن خلال التحليل تبين أن نوع الزجاج المستخدم هو Soda-Lime-Glass حيث حدث تغيير في مصدر الصودا من ملح النطرون إلى رماد الأعشاب خلال القرن التاسع. تم تحليل الزجاج من أربعة أفران في بيت العيزرية وتعود للفترة البيزنطية من القرن السادس حتى القرن السابع، فتبين أن الصانع أنتج الزجاج بنسب محده SiO_2 (73-75%) و Na_2O (11-13%).

درس Freestone وآخرون (2002) الزجاج من قبرص من منطقة Maroni Petrera والتي ترجع إلى تاريخ القرن السادس والسابع الميلادي، وقام بتحليل 19 عينة من الزجاج وذلك بتقنية Scanning electron Microscope للعناصر الرئيسية والثانوية، و 15 عينة تم تحليل لها العناصر الشائبة وذلك بتقنية المطياف الكتلي Mass Spectrometry. معظم الزجاج أنتج في المنطقة الساحلية في سوريا وفلسطين. ومن خلال تحليل وتفسير النتائج تبين أن الزجاج من

نوع Soda-Lime-Glass وغالبية زجاج هذه المنطقة من نوع زجاج Levantine I و .HIMT

من خلال الدراسة التي قام بها Fresstone (2005) على الزجاج الروماني من موقع أبولينا حيث تبين أنه من نوع Soda-Lime-Glass، وكان يستخدم النطرون ورماد الأعشاب كماده قلوية وذلك اعتماداً على نسب المغنيسيوم والبوتاسيوم حيث تكون نسبة MgO و K_2O منخفضة للنطرون، وهذا عكس رماد الأعشاب، وتحدث عن مراحل صناعة الزجاج القديم حيث كان يصنع كتل وألواح من الزجاج من المواد الخام في موقع الخضيرة في فلسطين، وعثر أيضاً على ألواح زجاجية كبيرة في أبولينا في عام 1950م، وهذه الورش الأولية لصناعة الزجاج يبدو انها تقع بالقرب من مصادر مواد الخام (الرمل) في مصر وفلسطين. وبعد ذلك توزع كتل الزجاج على الورش الثانوية، وهناك يتم إعادة صهرها مره أخرى وتشكيل الأواني الزجاجية ونفخها، ومن خلال هذه الدراسة تبين أن هذا النوع من الزجاج كان سائد في أوائل القرن الثامن الميلادي، وتم تبادل هذا الزجاج عبر البحر الأبيض المتوسط.

قدم عبدالله (2006) دراسة مقارنة الزجاج الروماني في الاردن (قويلبة، وجحفية، وبيت راس)، والمقارنة بمثيله من الفترة التاريخية نفسها في مصر (تل يزيد وتل صافي) وأظهرت هذه الدراسة العديد من القواسم المشتركة في صناعة الزجاج بين كلا البلدين (مصر والأردن)، مع القليل من الاختلافات في بعض حالات الدراسة. حيث تبين أن الزجاج الروماني المصري هو من نوع زجاج (Soda-Lime-Silica)، لأن مصدر المادة القلوية هو ملح النطرون أم الزجاج الروماني المكتشف في الأردن فهو من نوع (Potash-Lime-Silica)، لأن مصدر المادة القلوية الداخلة في صنع الزجاج هو رماد الأعشاب البحرية.

تناولت دراسة Freestone وآخرون (2008) صناعة الأواني الزجاجية في الفترة البيزنطية المتأخرة من موقع أبولينا- أرسوف في فلسطين، وأعطت نتائج التحليل معلومات مهمة حيث بينت مصدر المواد الخام التي كانت تجلب من البلدان المجاورة مثل مصر، والرمل من سوريا، وبينت طريقة الصناعة التي استخدمت في صناعة الأواني الزجاجية وهي طريقة النفخ، وأظهرت الدراسة أن صناعة الزجاج في الفترة البيزنطية، شبيهة بالصناعة التي كانت موجودة في العصور الرومانية السابقة وكان نوعها Soda-Lime-Glass. وبينت الدراسة أن الأفران التي اكتشفت في هذا الموقع تعتبر الأولى التي كانت تستخدم في صناعة الزجاج تعود الى الفترة البيزنطية المتأخرة.

اما دراسة مرعي (2008) فهي تحليل قطع من زجاج نوافذ كنيسة البتراء والتي تعود الى الفترة من القرن الخامس وحتى القرن السابع الميلاديين، واستخدمت تقنية Electron Probe Microanalysis وتقنية Spectrophotometry، وذلك لوصف الخصائص البصرية ومعرفة التركيب الكيميائي ومنها تحديد المواد الخام وأساليب الصناعة، والنتائج تشير الى أن الزجاج المستخدم هو من نوع Soda-Lime-Silica ومن نوع Levantine 1 وهو الزجاج الأخضر، وهناك قطع أيضاً مميزة باللون الأزرق المائي تمتلك نسب أعلى من السليكا ونسبة منخفضة من الصودا، وهناك عينة تبين أنه تم إعادة تدويرها من الزجاج الروماني، والنتائج تؤكد التجارة بين Petra و Levantine Coast.

أما دراسة الزيوت (2008) فقد تناولت المواد الخام المستخدمة في صناعة الزجاج الروماني، المكتشف من موقع اليصيلة، وصعد، ودوحة في الأردن. وأوضحت من خلالها العلاقات

الاقتصادية بين الأردن والدول المجاورة في عصر الإمبراطورية الرومانية. حيث أن الزجاج المكتشف من المواقع السابقه يعتبر من نوع الزجاج المعروف بال (Soda-Lime-Glass).

تحدثت دراسة عبد الله (2010) عن التركيب الكيميائي، وتكنولوجيا صناعة الزجاج المكتشف من موقع بيت راس شمال الأردن، في الفترة الرومانية، والفترة البيزنطية المبكرة، وأظهرت نتائج التحليل أن العينات هي من زجاج (Soda-Lime-Glass)، وبينت الدراسة أن التقنية التي كانت تستخدم في تشكيل الاواني من الفترة الرومانية حتى الفترة البيزنطية المبكرة هي طريقة التشكيل بالقالب فكان من الصعب التمييز بين الزجاج الروماني والبيزنطي، بسبب استخدام نفس الأساليب التقليدية، ومواد الخام بصناعة الزجاج في الفترتين.

وبينت علامة (2011) في دراستها للتركيب الكيميائي باستخدام تقنية تألق الأشعة السينية (X-Ray- Fluorescence) لعينات زجاج من موقع الفدين الأثري، في مدينة المفرق، لفترات مختلفة الأموية، والبيزنطية، والرومانية، أن الزجاج في الفترات الثلاثة هو من النوع المعروف بزجاج (Soda-Lime-Glass).

1.6 موقع الدراسة: أم الجمال.

1.6.1 مقدمة

تعد أم الجمال من المواقع الأثرية الهامة في الأردن التي كانت تمثل مركزاً رئيساً لاستقرار بشري كثيف في شرق الأردن والى الجنوب من جبل حوران، وكانت واحدة من أكبر مدن المقاطعة

الرومانية حيث تتمثل فيها الفترة الكلاسيكية بشكل كبير إذ ما زالت آثارها بارزة للعيان حتى اليوم
(Butler 1913: 150).

بُنيت أم الجمال في نهاية القرن الاول قبل الميلاد من قبل العرب الأنباط وقد تطورت في
العصور اللاحقة، الرومانية والبيزنطية والإسلامية وخاصة الأموية منها، إضافة الى إعادة
استخدامها في الفترات الأيوبية والمملوكية (Butler 1913: 151).

1.6.2 موقع وأهمية أم الجمال

تقع أم الجمال على بعد حوالي 20 كيلومتراً شرق مدينة المفرق، وحوالي 25 كم الى الجنوب من
مدينة بصرى (De Vries 1985: 252) أنظر خريطة رقم (1). كما تقع المدينة الأثرية في
المنطقة البازلتية الكبرى المسماة بحرة الشام (Harrat Ash Shaam) والتي تعرف بكثرة
البراكين (Llani et al 2001: 171)، التي تكونت عبر مراحل تطور القشرة الأرضية في
العصور الجيولوجية وأدى ذلك الى تدفق كميات من الحمم البركانية التي تصلبت الى صخور
بازلتية وانتشرت في شمال شرق الأردن وفي منطقة جبل حوران وما جاورها من مناطق مثل جبل
الأرتين في شرق أم الجمال (عابد 1982: 45).

تبلغ مساحة أم الجمال حوالي 5000 دونم، والمدينة الأثرية مستطيلة الشكل يبلغ طولها من
الجنوب الى الشمال 800م وعرضها من الشرق الى الغرب 550م، وتعتبر مدينة متكاملة من
حيث العمارة ولكنها تفتقد الى التنظيم في بعض جوانبها (De Vries 1979: 52, 1982:)
(105).

تعتبر مدينة أم الجمال مركزاً تجارياً واستراتيجياً هاماً، وتحتوي على عدد كبير من البيوت وخزانات المياه أنظر صورة رقم (3)، والكنائس والمقابر بالإضافة إلى عدد من الأصبطلات التي خصصت للأغنام والماعز التي تم تشييدها من الحجارة البازلتية (خويرة 1990: 1).

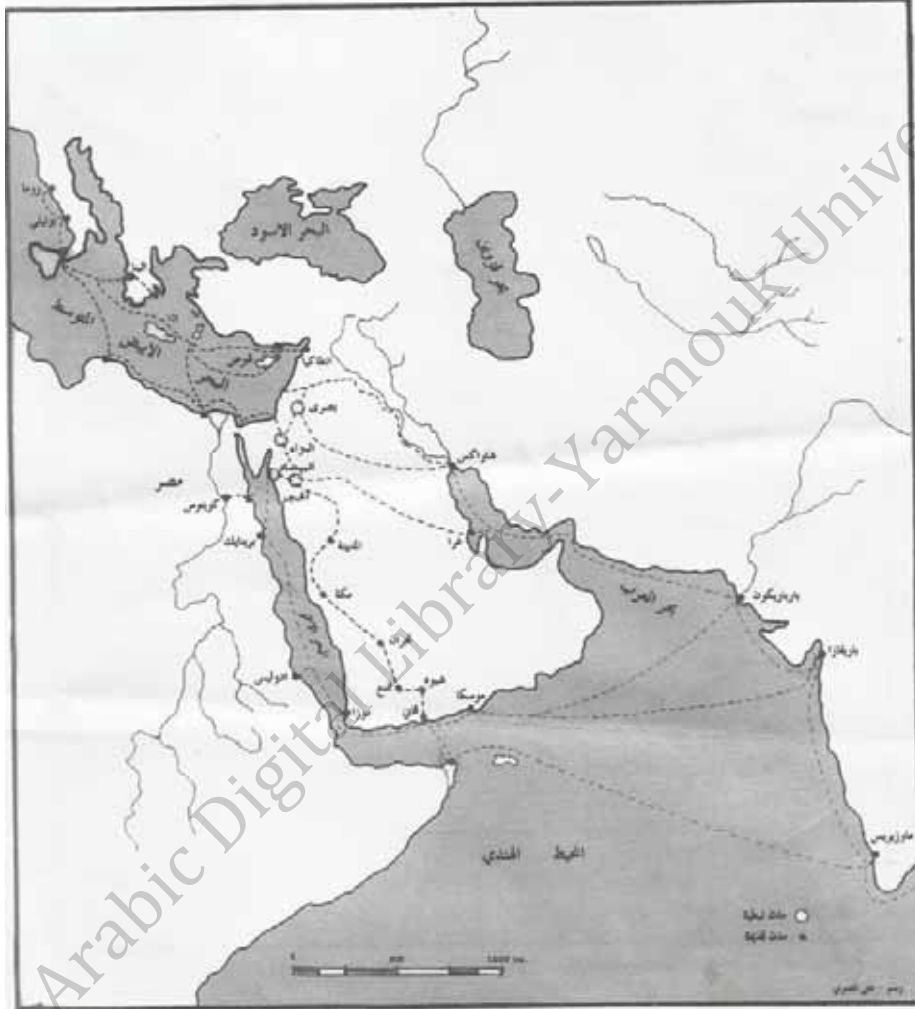


صورة رقم (3): تبين أحد خزانات المياه في أم الجمال (الدكتور الحصان).

يرجع تاريخ الاستيطان في مدينة أم الجمال إلى القرن الأول قبل الميلاد، حيث لا يوجد في أم الجمال ما يدل على أنها كانت مأهولة قبل العصر النبطي (Butler 1913: 154). على الرغم من الوجود النبطي في المنطقة (كسهل حوران) الذي يرجع إلى منتصف القرن الثالث قبل الميلاد (عباس 1987: 79).

زاد الاهتمام بمدينة أم الجمال من قبل الرومان والبيزنطيين بسبب وقوعها بالقرب من خطوط التجارة كخط تراجان والخط الذي يمر في منطقة باير في الصحراء الشرقية وطريق الملوك أو طريق السلطاني في الجزء الغربي، وطريق وادي السرحان إلى الشرق من طريق السلطاني، أنظر خارطة رقم (2)، واستمرت المدينة في الازدهار حتى نهاية العصر الأموي حين دمرها زلزال سنة

747م المشهور الذي أصاب المنطقة كاملة، ولم يتم إعادة بنائها، ففقدت مكانتها بالإضافة إلى نقل الخلافة إلى بغداد في العصر العباسي (showker 1979: 124).



خارطة رقم (2): تبين أهم طرق المواصلات النبطية وخطوط التجارة (المحيسن 2004: 300).

تنوعت مصادر المعيشة في أم الجمل حسب الحاجة فكانت أهمها الثروة الحيوانية، فانتشرت تربية الماشية حيث عملت على توفير الغذاء والصوف والشعر لصنع الغطاء والكساء والملابس وغيرها. كما مارس سكان بلدة أم الجمل الزراعة للحصول على الغذاء من المحاصيل الزراعية مثل القمح والشعير (الزيدي 2003: 50-58).

لقد ساد المناخ الصحراوي في منطقة أم الجمال، فمعدل سقوط الامطار السنوي فيها لا يتجاوز 200 ملليمتر، ودرجات الحرارة تتراوح في معدلها في فصل الصيف تقريباً ما بين 35-44 درجة مئوية تقريباً، ولذلك نرى الاهتمام الكبير في مدينة ام الجمال الأثرية بالمنشآت المائية كالبرك، والسدود، والقنوات لتجميع وحفظ المياه أنظر صورة رقم (4) (خويرة 1990: 51-53).



صورة رقم (4): تبيين أحد برك أم الجمال (تصوير الباحثة).

1.6.3 تاريخ البحث الاثري في أم الجمال

بدأ الاهتمام بمدينة أم الجمال منذ أواخر القرن التاسع عشر عندما وصل عدد من المستشرقين وعلماء الآثار الغربيين إلى المدينة ووصفوا ما شاهدوه من معالم المدينة البارزة في ذلك الوقت (Bell 1985: 60-70).

وقد كانت أولى المخططات التي نشرت عن مباني أم الجمال، تلك التي قام بها شوماخر عام 1894 ونشرها في العام الذي يليه مع بعض الملاحظات حولها، وفي عام 1901 قام كل من دوساد وماكلير برحلة قصيرة إلى الموقع ونسخا بعض النقوش الموجودة هناك (Butler 1913: 151).

في الثلاثينات وبداية الأربعينات من القرن العشرين، قام نلسون جلوك بعدة زيارات إلى أم الجمال لتأييد فكرته بأن المدينة كانت تشكل حلقة وصل رئيسية وهامة بين الجزيرة العربية وشمال الأردن من جهة وسوريا من جهة أخرى (Glueck 1944: 10).

في سنة 1937 قام جورج هورسفيلد بدراسة عن أم الجمال كان من نتائجها نشر صور جوية للمدينة تعتبر ذات أهمية كبيرة في التعرف على التغيرات التي طرأت عليها والمباني التي اندثرت فيها منذ ذلك الوقت وحتى الوقت الحاضر (Horsfield 1937: 456-60).

استنتج نلسون جلوك (Glueck) أن الأنباط لم يستوطنوا في جنوب سوريا بأعداد كبيرة لدرجة تسمح لهم بإنتاج الفخار النبطي الخاص بهم بعكس الوضع في جنوب الأردن حيث كانوا يستقرون في كل منطقة تسمح تربتها باستغلالها زراعياً، أما منطقة أم الجمال وسهل حوران وجبل الدروز فلم تكن تجذب المزارعين الأنباط. لذلك اعتبر أن تلك المنطقة مستعمرة أو حامية نبطية أكثر من كونها جزء من المملكة النبطية ذو كثافة سكانية عالية (Glueck 1942: 7).

وفي سنة 1956 قام Corbett بدراسة كنيسة جوليانوس واختلف مع Butler في سبب بناء هذه الكنيسة واستنتج أن الكنيسة كانت بناءً تذكاريًا أكثر من كونه كان للأغراض المدنية. وأن هناك اختلاف في الأساليب المعمارية المستخدمة ضمن الجزء الواحد في الكنيسة (Corbett 1957: 66-39). كما بين Corbett أن تأريخ بتلر لهذه الكنيسة كان أبكر بكثير من التاريخ الذي

يمكن إرجاعها إليه، إذ أن بتلر عد هذه الكنيسة أقدم كنيسة في أم الجمال معتمداً في تأريخه هذا على نقش جنائزي كان قد أعيد استعماله في بناء الكنيسة. وقد نشر Corbett نتائج دراسته هذه في أوراق المدرسة البريطانية في روما عام 1957 (De vries 1981: 54-5).

في سنة 1972 قام De vries بعمل مسح معماري للجزء الجنوبي الشرقي من المدينة، الذي يشمل كل المباني الواقعة إلى الجنوب الشرقي من الموقع والمباني الواقعة إلى الشرق من المنطقة المركزية المفتوحة في وسط المدينة (De vries 1982: 102).

وفي سنة 1973 قام De vries بالتعاون مع شركة Aero- Precisa من بيروت باكمال المسح الجوي للمدينة وكان من نتيجة هذه الأعمال رسم خرائط للموقع وإضافة 107 وحدة سكنية جديدة ومجموعتين سكنيتين هما 133 و 134، كما أظهر المسح والخرائط التغييرات الكثيرة التي طرأت على المدينة منذ سنة 1904 حتى سنة 1974 (De vries 1982b: 9-21).

في سنة 1977 قام De vries بعمل حفريات في النصف الجنوبي من المدينة ودراسة نموذج من المباني هناك، ومن أهم نتائج هذه الحفريات هو الكشف عن أن مدينة أم الجمال قد استمرت في ازدهارها كمدينة قروية خلال النصف الأول من القرن الثامن الميلادي وحتى نهاية الفترة الأموية (De vries 1979: 53).

وفي سنة 1981 قام De vries بالعمل في المدينة من نواحي مختلفة حيث قام بحفريات بمناطق مختلفة مثل البيوت السكنية والكنائس وقنوات المياه وبوابات المدينة، وقام بالمشح وشمل المسح الديموغرافي للفخار السطحي في المنطقة، ومسح النقوش، ومسح المنطقة بكاملها والمسح السكاني، وعمل على الترميم والصيانة مثل ترميم بيت رقم XVIII، ومن أهم نتائج موسم 1981

الكشف عن الحصن Castellum الموجود في الجهة الشرقية من المدينة وبني في القرن الرابع الميلادي (De vries 1981b: 57).

وفي سنة 1984 قام أيضاً De vries بالعمل في حصن المدينة الشرقي للتحقق من تاريخ بنائه ورسم تخطيطاً معمارياً جيداً له، وتم في هذا الموسم كذلك الكشف عن مدينة غير مسورة في الجهة الجنوبية الشرقية من أم الجمال، وتحتوي على أساسات تؤرخ إلى الفترة الرومانية المبكرة (De vries 1984: 105).

كما قام De Vries في سنة 1985 بإجراء عمليات تنقيب أثرية في النصف الجنوبي من الموقع، وكان الهدف منها دراسة نموذج من المباني في هذا الجزء من المدينة ومقارنتها مع مباني من النصف الشمالي. وكانت هذه التنقيبات بإشراف دائرة الآثار العامة الأردنية، ومن خلال هذه الدراسة تم التوصل الى تأكيد تأريخ تلك المباني ومن ضمنها التكنات العسكرية (The Baracks) حيث أرجعت الى القرن الخامس الميلادي (Parker, 1986).

في عام 1992 جرت أعمال ميدانية في موقع أم الجمال وكان الهدف منها رسم خرائط وأخذ بعض الصور الجوية والرسومات لنشرها كوسائل توضيحية حول الموقع ولتكون بمثابة دليل لأعمال الحفر اللاحقة (De Vreis 1993: 438) وكان من نتائج هذه الأعمال انه تم التوصل الى نتيجتين أولهما: ان الموقع بحاجة الى عمليات ترميم وتقوية لمنع منشأته من الانهيار. وثانيهما: بيان أهمية موقع المدينة وعلاقته بآثار الأردن وثقافته الحديثه (De Vreis 1995:421).

كما اقيمت حفريات بإشراف De Vreis في مناطق مختلفة من الموقع في العام 1993-1994 كان الهدف منها بيان سبب هجرة السكان لبعض المنازل وعدم إعادة استعمالها، وتبين من خلال البقايا المعمارية أن المدينة قد مرت بأزمات، تناقص فيها عدد السكان بدءاً من القرن السادس الميلادي حتى القرن التاسع الميلادي، وقد يكون السبب في هذا التناقص إما حدوث مجاعة أو مرض كالجدري والحصبة أو نتيجة للحروب، وقد زاد من هذا التناقص أيضاً تأثر المدينة بالزلازل الذي حدث عام 747-748م وراح ضحيته العديد من سكان المنطقة. أما بالنسبة لعدم ترميم تلك المباني وإعادة استعمالها فيرجع إلى عدم توافر العدد الكافي من الأيدي العاملة في ذلك الوقت نتيجة موت الكثيرين منهم (De Vreis 1995: 421-435).

تم عمل حفريتين عرضيتين بإشراف الحصان حيث كشف من خلالهما عن مقابر جديدة تعود للعصر البيزنطي وهي مدافن فردية مبنية تحت الأرض، وكشف أيضاً عن مقبرة جماعية عائلية تعود للفترة الرومانية المبكرة، وجمع العشرات من النقوش القبرية المكتشفة حديثاً (الحصان 1995: 156).

في عام 2000 درس De Vreis التغيرات في الطبيعة الحضرية في منطقة جنوب حوران من القرن الخامس حتى القرن السابع، حيث تحدث عن أم الجمال بعد القرن الخامس وعن المدينة بالعصر البيزنطي من القرن الخامس حتى القرن السابع، ولاحظ زيادة البناء في القرن الخامس والسادس والذي أعطى أم الجمال شكلاً مميزاً والتي استفادت في ذلك من تقنيات البناء الروماني (De Vreis 2000: 40-41).

قام الحصان في عام 2012 و 2013 بحفريات إنقاذية ونظامية في موقع أم الجمال وذلك بسبب التخريب في الموقع والنبش لبعض القبور، ولقد تم الكشف عن عدد كبير من المواد الاثرية المتنوعة تعود بتاريخها الى فترات أستيطان مختلفة، ومنها الأدوات الزجاجية، ولقد كانت الحفريات في كنيسة القديسة مريم، والمقبرة الشمالية، والكاتدرائية، والكنيسة المزوجة (الحصان، 2013، مقابلة شخصية).

1.6.4 الحضارات المتعاقبة على أم الجمال

لقد مرت على مدينة أم الجمال كثير من الحضارات، منها الحضارة النبطية والحضارة الرومانية والبيزنطية والإسلامية وتالياً وصفاً سريعاً لها:

1.6.4.1 الحضارة النبطية.

كانت أم الجمال من أهم المستوطنات النبطية الرئيسية في منطقة شرق الأردن وسهل حوران التي كان يمر بها طريق وادي السرحان الحيوي الذي يربط جنوب الأردن مع جنوب سوريا (Bowersok 1971: 240). وكان هذا الطريق عاملاً مهماً في تطوير الجزء الشمالي من مملكة الأنباط ومليناً بالتحصينات النبطية مثل الأبراج والمحطات العسكرية كما أقاموا على تلك الطرق معابدهم الخاصة والمنشآت المائية مثل مدن باير وأم الجمال وبصرى أنظر خارطة رقم (2) (Glueck 1951: 47).

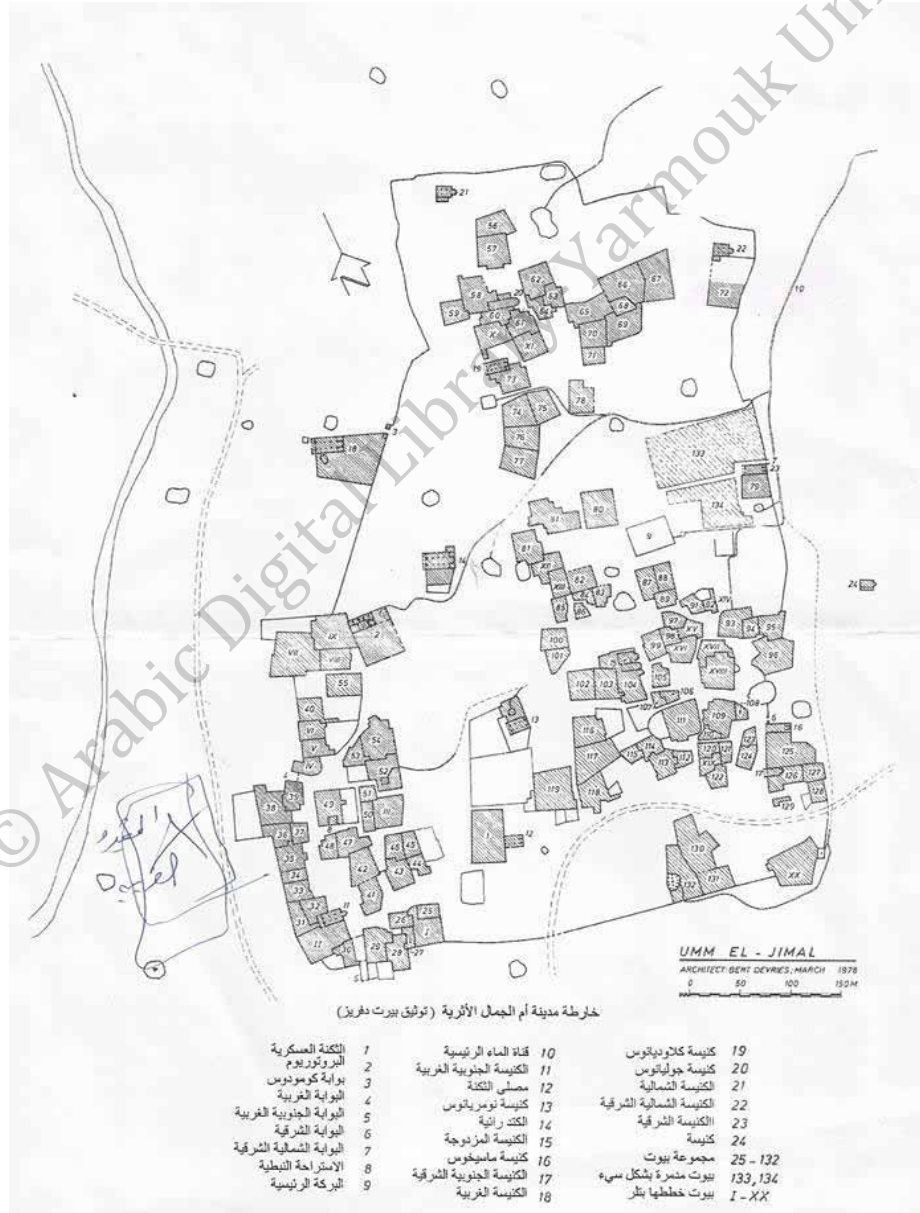
كانت أم الجمال مركزاً مهماً لتجارة الأنباط، كما أنها كانت تشهد نشاطاً زراعياً مكثفاً يستدل عليه من خلال الأحواض المائية والخزانات الكثيرة في المدينة (Showker 1979: 124-90;

Glueek 1951:4). نشاط الأنباط التجاري لا يعني أن المدن النبطية، أم الجمال وبصرى وغيرها قد برزت فقط لمرور القوافل التجارية فيها، بل كانت التجارة من الأسباب التي أعطت تلك المدن أهميتها وقيمتها. فعاش الأنباط في تلك المنطقة بشكل دائم يعتمدون على النشاط الزراعي بشكل واسع، أي أن حياتهم لم تكن حياة قوافل فقط (Peters 1978: 317).

عندما تسلم رب إيل الثاني ابن الملك مالك الثاني حكم مملكة الأنباط عام 70م والذي هو آخر ملوك الأنباط، وتوفي عام 106م، وبعد وفاته تم الاستيلاء على مملكة الأنباط وتحولت مملكة الأنباط إلى ما يسمى المقاطعة العربية وجعل بصرى عاصمتها (De Veris 1982:26; Parker 1986:123)، المقاطعة العربية هي انضمام مدينة البتراء والمملكة النبطية إلى الإمبراطورية الرومانية (المحيسن 2004: 37)، وبقيت منطقة أم الجمال منطقة نبطية خالصة حيث أستمّر الطابع النبطي كما هو الحال في المواقع النبطية الأخرى. فالسيطرة الرومانية لم تضع حداً نهائياً للأنباط الذين استمروا حتى القرن الثاني الميلادي في استعمال نقوشهم، وبناء المعابد المخصصة لألهتهم، وإنتاج الفخار النبطي الرقيق الخاص بهم وبالعديد من النقوش والزخارف وكذلك قطع الأنية الفخارية والمسكوكات النبطية وبعض المظاهر العمرانية ذات التقليد النبطي الأصيل (الحسان 1999: 130; 1-2; Glueck 1938).

ويرجح البعض أن تواجد الأنباط في المدينة استمر إلى القرن الأول الميلادي بالاعتماد على النقوش النبطية المنتشرة على الجدران المعمارية وشواهد القبور التي تشير إلى أن المدينة كغيرها من مواقع تلك المنطقة قد خضعت لسيطرة الأنباط في تلك الفترة (Butler 1913: 207).

ومن أهم المعالم النبطية في أم الجمال المعبد النبطي الواقع في الجهة الجنوبية الغربية من المدينة محاذياً للبوابة الغربية وسط مجموعة من المنازل، أنظر شكل رقم (1) (Butler 1913: 155; De Vreis 1985:256).



شكل رقم (1): توضح أهم المعالم الأثرية في أم الجمال.

و على بعد 70 متر الى الشمال من المعبد توجد مجموعة من المنازل عثر بين انقاضها على مجموعة من النقوش النبطية بينها مذبح يوجد عليه نقش مكتوب باللغتين النبطية واليونانية، كما تم العثور على بقايا اساسات وقاعدتي عامودين وتاجيتين تعود جميعها لمعبد نبطي آخر يقع في الجهة الشمالية الشرقية من المدينة في منتصف المسافة بين بوابة كومودوس، أنظر صورة رقم (5)، وعثر أيضاً على الجدار الشرقي للمدينة، والبوابة الشرقية، والبوابة الغربية، وأسوار المدينة كلها نبطية (Butler 1913: 155-40).



صورة رقم (5): تبيين المعبد النبطي (الدكتور الحصان).

1.6.4.2 الحضارة الرومانية.

الفترة الرومانية بدأت بدخول القائد الروماني بومبي الى فلسطين حوالي عام 63-64 ق.م (Parker 1986: 116). تم تأسيس المقاطعة العربية وعاصمتها بصرى عام 106م وأصبحت بذلك جميع المدن النبطية خاضعة للسيطرة الرومانية (Parker 1986:15; De Vreis 1989: 592; 1982a: 26).

انشأ الرومان طريق جديد للتجارة سنة 111م سمي بطريق تراجان الذي يمتد من خليج العقبة جنوباً إلى بصرى السورية شمالاً (عباس 1990: 65؛ Parker 1986: 126). وقد أقام الرومان على طول هذا الطريق العديد من القلاع العسكرية ونقاط الحماية، واستفادوا من نقاط الحماية النبطية وضموها الى خط دفاعهم وزادوا من تحصينها كما استطاعوا من تجنيد الانباط لحماية دولتهم، ويرى باركر إن هناك خطوط دفاعية مقسومة الى ثلاث قطاعات شمالي وأوسط وجنوبي وأم الجمال من ضمنهم؛ كان الهدف منها حماية القوافل المتجهة شمالاً على طول الطريق الجديد وحماية المدن الواقعة على طول هذا الطريق (عباس 1990: 66 Parker 1987: 153).

وخلال الفترة الرومانية المتأخرة اتسعت أم الجمال وزادت تحصيناتها من خلال بناء الأسوار المحيطة بها والتي تحتوي على بوابات تحمل أبراج مراقبة (De Vreis 1982a: 111). تم العثور على الكثير من القطع الفخارية التي تعود للفترة الرومانية المتأخرة وذلك عند اساسات الجزء الغربي والجنوبي من سور المدينة (De Vries 1982b: 111; Parker: 1986:26).

وجد سور مبني حول مدينة أم الجمال، و بوابة اطلق عليها اسم بوابة كومودوس بنيت بين الفترة 176-180م، إذ وجد عليها نقش يشير الى أنها تعود الى حكم أوريليوس، ووجد مبنى الحاكم (Praetorium) الذي يعود تاريخه الى 371م بناءً على الفخار الذي وجد في ذلك المبنى، وهناك ايضاً الحصن (Castellum) الواقع في الجهة الشرقية من مدينة أم الجمال (Butler1913: 156-166). وتم بناء هذه التحصينات خوفاً من غزو القبائل البدوية الطامعة بخيراتها العديدة، أنظر شكل رقم (1) (الحصان 1999: 131).

1.6.4.3 الحضارة البيزنطية.

في أواخر القرن الثالث الميلادي أخذت الإمبراطورية الرومانية بالضعف والانحيار التدريجي مما أدى الى انقسامها الى قسمين شرقي وهو الإمبراطورية البيزنطية وعاصمتها القسطنطينية، وهي ذات حضارة يونانية لأن غالبيتها من الإغريق، وغربي عاصمته روما وحضارته لاتينية، ونتيجة لهذا التباين في الحضارة واللغة بين القسمين أصبح من الصعب وجود تناغم أو انسجام بينهما مما أدى الى نشوء اختلافات كثيرة بينها لم تسلم منها العقائد الدينية أيضاً (زيتون 1980: 318؛ عمران 1981: 13). ومع مضي الزمن أخذت الدولة البيزنطية تتباعد تدريجياً عن خصائص الدولة الرومانية الى أن اصبح لها كيانها الخاص وعرفت بالإمبراطورية البيزنطية والتي أصبحت تدين بالمسيحية (خضر 1981: 15-16).

تتمثل الفترة البيزنطية المبكرة (324-491م) في أم الجمال بمرحلة انتقالية من الفترة الرومانية الى البيزنطية بعد أن شهدت المدينة نشاطاً عسكرياً وتجارياً واضحاً في العصر الروماني ونجد المنشآت العسكرية فيها قد تحولت الى مبانٍ ذات اغراض مدنية كمبنى الحاكم (Praetorium)

(De Vreis 1985: 249) والثكنات العسكرية (Barracks) والحصن (Castellum) الذي

يبدو أنه تحول لأغراض التجارة (De Vreis 1985: 249; 1989:594).

في الفترة البيزنطية المبكرة زاد اتساع مدينة أم الجمال وزاد عدد سكانها وأخذت القبائل العربية تستقر فيها وتترك حياة البداوة والترحال، وأخذت زمام الامور في حماية الطرق التجارية والعمل في الخدمة العسكرية المحلية في ظل الإمبراطور البيزنطي، مما ساهم على الاستقرار وزيادة عدد السكان وانتشار الديانة المسيحية (Littmann, et al 1910: 126-127).

مع نهاية الفترة البيزنطية المبكرة زادت الكثافة السكانية وتم نشر الديانة المسيحية ودليل ذلك كثرة عدد الكنائس والبيوت السكنية الخاصة في الفترة البيزنطية المتأخرة (419-636م) (Parker 1986: 28). إذ تم العثور على بقايا كنائس منها الكنيسة الشرقية والكنيسة المزدوجة والكنيسة الشمالية وغيرها الكثير، بالإضافة الى العديد من البقايا المعمارية والبقايا المادية التي عثر عليها في المقابر كالمجوهرات والقطع الفخارية والتماثيل العظمية وغيرها (De Vreis 1995:429; Brashler 1995:463-465).

اما في الفترة البيزنطية المتأخرة فزاد عدد سكان المدينة حتى بلغ ثمانية آلاف تقريبا، ففي نهاية القرن الخامس وبداية القرن السادس الميلادي انتشرت الديانة المسيحية في المقاطعة العربية بشكل واسع ودخلت العديد من القبائل العربية في الديانة المسيحية وبدل على ذلك كثرة بناء الكنائس والأديرة في أم الجمال وبصرى (Peters 1984: 134-147). وفي هذه الفترة تحولت أم الجمال الى مجتمع زراعي يعتنق الديانة المسيحية واختفى الطابع العسكري من المدينة (De Vreis 1985: 251).

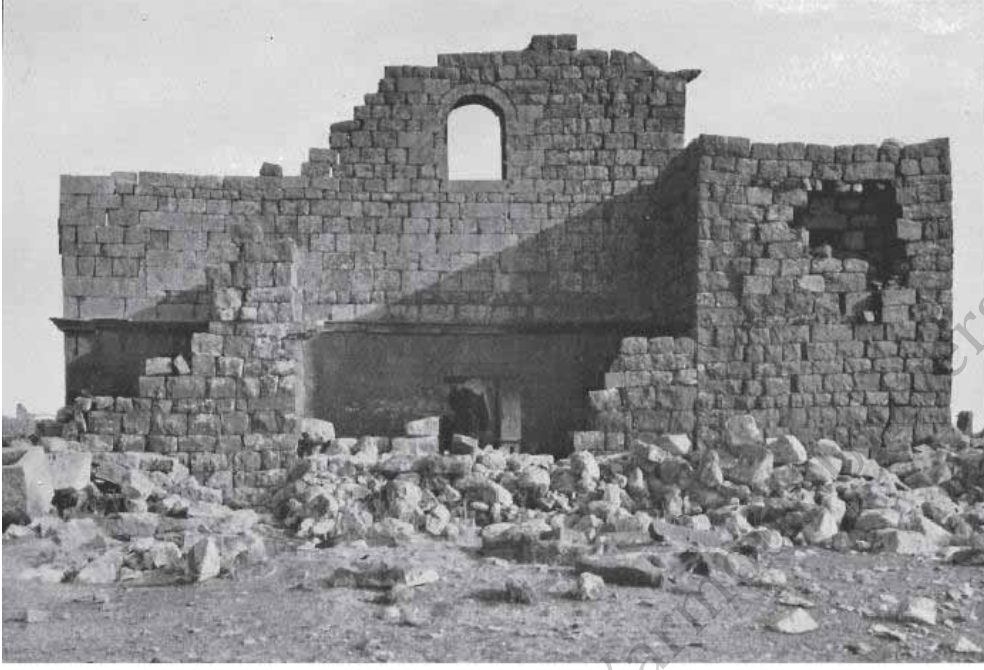
ومن أهم المعالم التي تعود الى الفترة البيزنطية وهي العديد من الكنائس واهمها:

أ- الكنيسة الغربية.

تعد هذه الكنيسة واحدة من أجمل كنائس أم الجمال وتقع خارج البوابة الشمالية لسور المدينة الغربي (Showker 1979: 127)، ترتبط هذه الكنيسة مع مدينة أم الجمال بجدار يصل نهايتها الشرقية ببوابة كومودوس أنظر صورة رقم (6). وجدار آخر يمتد من زاويتها الجنوبية الغربية جنوباً ومن ثم ينحني ليرتبط مع جدار المدينة الى الشمال من مبنى الحاكم، أنظر صورة رقم (7) (Butler 1913: 187).



صورة رقم (6): تبين بوابة كومودوس (Butler 1913).



صورة رقم (7): تبين أحد واجهات الكنيسة الغربية (Butler 1913).

ب- كنيسة كلاوديانوس.

سميت هذه الكنيسة بهذا الاسم بناءً على نقش يوناني مكتوب على المدخل الرئيسي الواقع في منتصف الجدار الغربي، ويذكر اسم كلاوديانوس والذي يمكن أن يكون قديس هذه الكنيسة (Butler 1913: 189-190)، وتقع هذه الكنيسة إلى الشرق من بوابة كومودوس، للكنيسة ستة أبواب، ثلاثة منها في الجدار الغربي، واحد مركزي واثنان جانبيين، وواحد في الجدار الجنوبي، وهناك باب من الجدار الشمالي، وباب في الجدار الشرقي، أنظر صورة رقم (8) (Butler 1913: 189).



صورة رقم (8): تنين كنيسة كلاوديانوس (Butler 1913).

ج- الكنيسة الشمالية.

لا يوجد حول هذه الكنيسة اية مبانٍ أو منشآت معمارية وتقع في أقصى الشمال من مدينة أم الجمال بالقرب من سور المدينة القديم. تحتوي على ثلاثة أبواب، باب في منتصف الجدار الغربي، والثاني في النصف الشرقي من الجدار الجنوبي، والثالث في الجدار الجنوبي (Butler

1913 : 184).

د- الكنيسة الشمالية الشرقية.

يعود تاريخ بناء هذه الكنيسة الى عام 490م حيث تقع في الزاوية الشمالية الشرقية من مدينة أم الجمال (DeVries 1985: 251).

تحتوي هذه الكنيسة على أربعة أبواب اثنان في الجدار الغربي، والباب الثالث يوصل الجناح الايمن للكنيسة بغرفة بنيت بمحاذاة الجدار الجنوبي، والباب الرابع يؤدي الى الجناح الايمن للكنيسة ويوجد في النصف الشرقي من الجدار الجنوبي للكنيسة (Butler 1913: 186).

ه- كنيسة جوليانوس.

تعتبر هذه الكنيسة أقدم كنيسة بنيت في أم الجمال، ويرجع تاريخ بنائها الى عام 345م اعتمادا على نقش اكتشف بين أنقاض هذه الكنيسة مكتوب على أحد مداخلها حيث ذكر هذا النقش اسم جوليانوس وكذلك التاريخ 345م (Butler 1913: 173). تقع هذه الكنيسة بين بوابة كومودوس والزاوية الشمالية الغربية من مدينة أم الجمال، أنظر صورة رقم (9) (Hoade 1966 : 280).

و- الكنيسة الشرقية.

تقع هذه الكنيسة قرب منتصف جدار مدينة أم الجمال الشرقي بمحاذاة البوابة وتعتبر من الكنائس الصغيرة في أم الجمال، لها أربع أبواب واحد في منتصف الجدار الجنوبي للكنيسة وبابان في الجدار الشرقي، و الباب الرابع هو المدخل الرئيسي للكنيسة (Butler 1913 : 179).



صورة رقم (9): تبين كنيسة جوليانوس (Butler 1913).

ي - كنيسة ماسيكوس.

سميت بهذا الاسم نسبة لنقش وجد بها كتب عليه هذا الاسم، وربما يكون صاحب هذا الاسم هو الذي بنى هذه الكنيسة، وتقع الى الجنوب من البوابة الشرقية للمدينة أم الجمال، تحتوي هذه الكنيسة على مدخلين في جدارها الغربي، وهناك مدخل ثالث في جدارها الجنوبي (Butler 1913 : 176).

ز - الكنيسة الجنوبية الشرقية.

اسم هذه الكنيسة يدل على موقعها بالنسبة لمدينة أم الجمال حيث تقع وسط مجموعة من المنازل ويطل جدارها الشمالي على ساحة مفتوحة تقع الى الجنوب من كنسية ماسيكوس، تحتوي الكنيسة على مدخل مغطى بالأنقاض، وهناك مدخل في جدار الحنية، ويحتوي الجدار الغربي على مدخلين (Butler 1913: 177).

1.6.4.4 الفترات الإسلامية.

قسم المسلمون بلاد الشام الى اربع مناطق عسكرية سميت اجناداً تبعاً للأقاليم الإدارية التي كانت في عهد الرومان والبيزنطيين وهي جند دمشق وجند حمص وجند فلسطين وجند الأردن، وكانت أم الجمال ومنطقة حوران كاملة تابعة لجند دمشق (الحديدي 1996: 101).

عثر في مدينة أم الجمال على الكثير من الفخار والبقايا المعمارية (جرار وأرضيات) التي تعود للفترات الإسلامية (الأموية، العباسية، العثمانية) كما اعيد استخدام بعض المباني البيزنطية بدلا من إنشاء مباني إسلامية جديدة (De Vries 1979: 53 ; 1995: 430 ; 1985: 251).

حل الدمار في مدينة ام الجمال اثر زلزال حدث في المنطقة عام 747-748م، وبدأت تفقد أهميتها بانتقال كرسي الخلافة من دمشق الى بغداد عام 750م إثر سقوط الخلافة الأموية وبداية عهد الخلافة العباسية ولذلك لم يعد بناء المدينة (De Vries 1979: 49-50, Showker) (1979: 124).

الفصل الثاني

تقنية صناعة الزجاج

© Arabic Digital Library - Yarmouk University

2.1 مقدمة

يتحدث هذا الفصل عن الزجاج بشكل عام والزجاج البيزنطي بشكل خاص؛ وبنقاش تاريخ

صناعة الزجاج ومناطق اكتشافه، والمواد الداخلة في تركيبه، وشرح مبسط لكل منها.

يمتاز الزجاج بأنه لا يحتوي على بلورات، ليس له درجة انصهار محددة لأنه يتحول من الحالة

الصلبة إلى السائلة ماراً بمرحلة الليونة التي تمتاز بدرجة لزوجة عالية (درويش 1999: 9).

يوجد الزجاج في الطبيعة على شكل زجاج بركاني يسمى (الأوبسيديان)، وهو صخر زجاجي ذو

لون أسود يعطي عند كسره حواف حادة والشكل المحاري الذي يعرف به. يتكون الزجاج البركاني

من التبريد السريع لمصهور حمم بركانية ذات درجة حرارة عالية عند انبثاقها من باطن الأرض

ووصولها إلى سطح الأرض حيث درجة حرارة الجو العادية، فتتجزع الأسطح العليا من هذه

الحمم ليتكون منها الزجاج البركاني (اسكاروس 1966: 162).

يتميز الأوبسيديان بتركيب سيليكاتي وذلك لارتفاع نسبة SiO_2 ، وفي الأسفل جدول يبين نتائج

تحليل كيميائية نموذجية لصخور الأوبسيديان، أنظر جدول رقم (1) (Goffer 1980: 109).

النسب المئوية	الأكسيد
63-76	SiO_2
11-14	Al_2O_3
1-8	Fe_2O_3
3-5	K_2O
3-6	Na_2O

جدول رقم (1): يبين نتائج تحليل كيميائي نموذجي للأوبسيديان (Goffer 1980).

2.2 تعريف الزجاج

عرف (Guinier 1984) الزجاج أنه مادة عديمة اللون تصنع أساساً من السيليكا المصهورة في درجات حرارة عالية، وقال أيضاً أن الزجاج يوجد في الطبيعة كما يوجد في المواد البركانية التي تسمى الزجاج البركاني، والزجاج ليس صلباً ولا سائلاً وإنما يكون في حالة خاصة تظهر فيها جزيئاته بشكل عشوائي، وعادة ما يكون الزجاج شفافاً وقد يكون غير شفاف أو نصف شفاف، ويختلف لونه تبعاً للشوائب أو الملونات الموجودة فيه.

وبناءً على ما سبق، يمكن تعريف الزجاج بشكل عام أنه مادة صلبة غير عضوية بلا بلورات ولا يوجد له درجة انصهار أو درجة تجمد معينة وهو سهل الكسر، ويختلف لون الزجاج اعتماداً على الأكاسيد الداخلة في تركيبه سواء كانت شوائب أو مضافة من قبل الصانع.

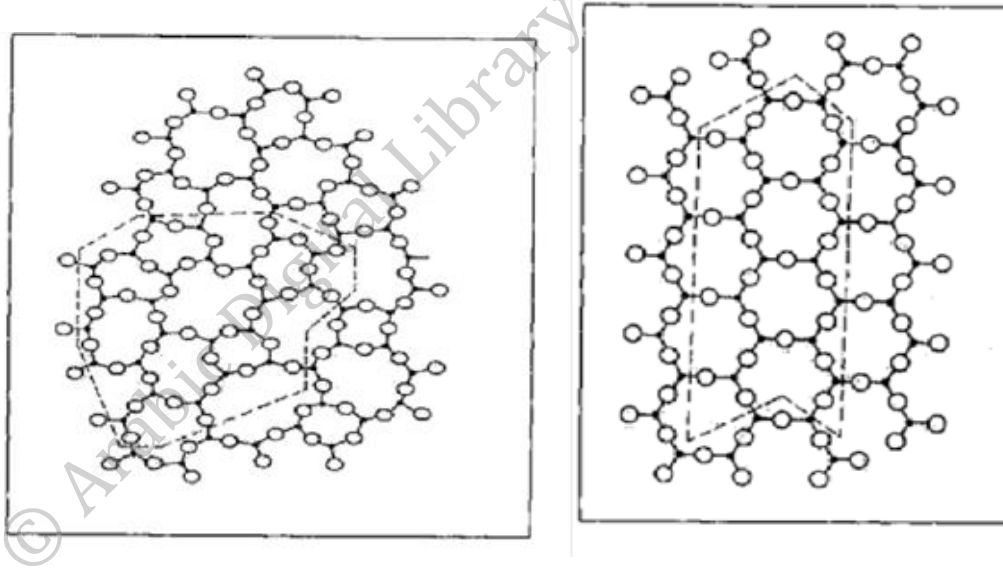
2.3 طبيعة الزجاج

تعتبر مادة الزجاج من الناحية الفيزيائية الصورة الرابعة للمادة، فالمادة بطبيعتها الفيزيائية تتواجد في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، وقد قسمت هذه الحالات طبقاً لعلاقتها بين جزيئات المادة ذاتها أو الذرات المتواجدة بها، فالحالة الصلبة (Solid) تتميز بترباط الذرات أو الجزيئات معاً لتكوين نظام شبكي خاص يبنى ويكرر في الاتجاهات الثلاثة المعروفة Network System. ويظهر هذا النظام في المواد الصلبة المتبلورة التي تتميز ببنائها الذري الداخلي المنتظم حيث الذرات مرتبة في نظام معين وثابت (حلمي 1984: 182؛ Frank, 1982).

عند تسخين المادة الصلبة لدرجة حرارة مرتفعة هذا يؤدي إلى تكسر الخلية البنائية المكونة للنظام الشبكي ثم تتفكك الروابط بين الجزيئات عند انصهار المادة الصلبة فتتحول إلى الحالة السائلة،

ومع ارتفاع درجات الحرارة اكثر وبشكل مستمر تزداد حالة التفكك بين الجزيئات فتتحول المادة من السائلة الى الغازية فتصبح المسافة بين جزيئات المادة كبيرة جداً (اسكاروس 1966: 161-164؛ Frank, 1982).

وعند انخفاض درجات الحرارة بشكل تدريجي تأخذ الذرات مسار معاكس لما كانت عليه عند التسخين، وتبدأ الذرات في الترابط والاقتراب من بعضها مرة ثانية حتى تصل في النهاية الى نفس النظام الشبكي الذي كانت عليه قبل عملية التسخين مروراً بالحالة السائلة ومنتهية بالحالة الصلبة أنظر شكل رقم (2، 3) (جاد الكريم 1995: 15).



شكل رقم (2): تمثل التركيب الشبكي للسليكا قبل عملية الانصهار. شكل رقم (3): تمثله بعد عملية الانصهار.

(Newton and Davison 1989:5)

عند التبريد المفاجئ للسائل حيث تتحول المادة من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة بسرعة دون وجود وقت كافي للذرات للتبلور في وضعها الأصلي، وتترابط لتكون النظام الشبكي فتتجمد الذرات مكانها مشكله السائل تحت التجمد، وهو الزجاج علمياً (جرار 1988: 175).

2.4 تاريخ صناعة الزجاج

لا يعرف بالضبط تاريخ اكتشاف الزجاج، فيذكر أن اكتشاف الزجاج تم مصادفة عندما كان بعض التجار الفينيقيين قبل حوالي 2500 ق.م. يطهون وجبة على شاطئ نهر بيبلوس على قطعة من النطرون وبعد ذلك وجدوا أن الرمل وملح النطرون اتحدا وكونا مادة زجاجية (Tait 1955: 21).

ويذكر صالح (1992) بأن المصريين القدماء عرفوا الزجاج بملاحظة أفران تعدين النحاس التي تحتوي على قشرة زجاجية صلدة ذات لون أزرق داكن أو أزرق مائل للاخضرار، وباستمرار الملاحظة بدأوا يتوصلون بتجاربهم البسيطة إلى صناعة مادة التزجيج حتى أمكنهم التعرف على كيفية صنعها واستخدامها في طلاء الأواني والأدوات التي عرفت بعد ذلك باسم الفاشاني (Faience).

وتعتبر بلاد وادي الرافدين من أقدم الحضارات التي قامت فيها صناعة الزجاج، وقد أصبحت صناعة الزجاج في العصر الآشوري متميزة وعلى درجة كبيرة من الإتقان، إلا أن الزجاج في تلك الفترة كان معتماً وسميماً. ويشير الشبة الموجود بين الزجاج الآشوري والزجاج المصري في نفس الفترة (في حدود بداية الألف الأول قبل الميلاد) إلى وجود تأثيرات فنية بينهما. ولا بد أن هذا التأثير قد جاء عن طريق النقل، حيث كان الزجاج الآشوري ينقل تجارياً إلى مصر (عبد الخالق 1976: 47).

تطورت صناعة الزجاج بعد بروزها في بلاد وادي الرافدين ببطء، حيث كانت الأواني تصنع بطريقة صب العجينة في قوالب رملية ثم يكسر القالب لإخراج الأواني بعد برود العجينة واتخاذها الشكل المطلوب. ثم بدأت صناعة الزجاج بالتطور السريع منذ منتصف القرن الثالث قبل الميلاد

وعند اكتشاف طريقة صناعة الزجاج المنفوخ باستخدام عصا مجوفة توضع الكتلة في نهايتها ويقوم الصانع بتدويرها باستمرار حتى تأخذ الشكل المطلوب. فقد أمكن بهذه الطريقة صنع الأواني الرقيقة والجميلة ومختلفة الزخارف وبإنتاج واسع (عبد الخالق 1976: 48) وهي أحد التقنيات التي تطورت خلال الفترة الرومانية بالقرن الأول قبل الميلاد، وتم اكتشافها خلال فترة ما بين 300 و 20 قبل الميلاد وأصل تطورها عائد للحرفيين الفينيقيين الذين كانوا الأوائل في سوريا لإنتاج الزجاج المنفوخ (Rasmussen 2012: 31).

ومن خلال الآراء المتعددة حول مواطن إنتاج الزجاج الأولية، فأنة من المحتمل أن يكون في الشرق الأدنى قبل حوالي 7000 قبل الميلاد، وذلك راجع إلى وجود العديد من الأدلة المادية الباقية إلى الآن مثل قطع زجاجية مكتشفة في مدينة القدس والتي تعود إلى حوالي 6500 قبل الميلاد وتوفر المواد الخام وهي الرمل من شواطئ البحر المتوسط (فلسطين وسوريا)، والنظرون من مصر (علامة 2011: 37).

2.5 تركيب الزجاج

السيليكا هي المكون الأساسي للزجاج ويمكن صناعة الزجاج من السيليكا وحدها، لكن درجة الحرارة المطلوبة لصنع زجاج السيليكا عالية جدا حيث أن السيليكا تذوب على درجة حرارة أعلى من 1750س⁰، لكن الصانع القديم لم يستطيع التوصل إلى درجة الحرارة المطلوبة (Goffer 115: 1980) لذلك لجئ الصانع إلى إضافة المواد القلوية (Modifiers) مثل Soda و Potash والتي تعمل على خفض درجة الانصهار ، وتجعل الزجاج أكثر تحملاً لاختلاف درجات الحرارة عند التصنيع والتشكيل، ولكن في المقابل تجعل الزجاج أكثر تعرض للتلثف في

الجو الرطب والذوبان في الماء والرطوبة مع مرور الزمن، ومن أجل تفادي مشكلة الذوبان بالماء بسبب زيادة نسبة المادة القوية لجأ الصانع إلى إضافة المواد المثبتة مثل الجير والمغنيسيا حيث يعمل على زيادة الصلابة للزجاج وتقلل من تأثيره بالرطوبة سواء بالإذابة أو التلف نتيجة تآكل السطح (Newton and Davison 1989: 140-142).

2.5.1 المواد الخام.

المكونات الأساسية للزجاج هي السليكا (SiO_2) (Former)، والمعدلات (Modifiers) وهي البوتاش K_2O والصودا Na_2O ، والمثبتات (Stabilizers) وهي الجير CaO والمغنيسيا MgO . تعتبر السليكا المكون الرئيسي للزجاج حيث تتراوح نسبته ما بين 65 و75% ومصدره الأساسي الرمل السليكاتي (Henderson, 1985). وتبلغ نسبة المعدلات حوالي 15% ويعتبر ملح النطرون هو المصدر الرئيسي للصودا (Henderson, 1985)، أما نسبة المثبتات فتتراوح من 8% إلى 10% ويعتبر الحجر الجيري المصدر الأساسي لها، كما تحتوي بعض الرمال على الحجر الجيري فيعتبر هو مصدر هذه المادة (Stern and Gerber, 2004).

2.5.1.1 السليكا (Former): ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) يتكون السليكا غالباً من الرمل السليكاتي الذي يجمع من على شواطئ البحار ومن على مصبات الأنهار، وأجود أنواعه رمال الكوارتز وهو الرمل الأبيض الشفاف النقي الذي يحتوي على نسبة عالية جداً من السليكا (SiO_2) أكثر من 99% والقليل جداً من الشوائب والمعادن الثقيلة (أقل من 0.1%) عكس الأنواع الأخرى مثل الرمل الأصفر والرمل الأحمر التي تحتوي على شوائب تمنحها هذه الألوان مثل أكاسيد الحديد الذي يجب أن لا تتعدى نسبتها في الرمل المستخدم في صناعة الزجاج 0.05% وإلا أثر في لون الزجاج. ويجب أن تكون حبيبات الرمل صغيرة ومتجانسة لتسهيل

عملية الصهر (درويش 1997: 11؛ Goffer 1980: 111) وتصل درجة حرارة انصهارها من 1710 إلى 1750 درجة مئوية (ديكرسون 1989).

2.5.1.2 المواد المصهرة (Modifiers): وهي القلويات ومنها الصودا (أكسيد الصوديوم) و البوتاس (أكسيد البوتاسيوم).

أ- الصودا (Soda): أكسيد الصوديوم Na_2O ، النسبة المئوية للصودا حوالي 15% (Henderson, 1985). وان شيوع استخدامه ناتج من شدة انصهاره، وكذلك تؤدي الصودا إلى ارتفاع معامل التمدد الحراري للزجاج (البديري 2002: 82). لذلك يعتبر أكسيد الصوديوم من أكثر المواد المصهرة التي اضيفت إلى السيليكا في صناعة الزجاج لخفض درجة انصهار السيليكا من 1750 إلى 1000 درجة مئوية تقريباً (اسكاروس 1966: 161).

تم الحصول على الصودا في العصور القديمة على شكل أملاح النطرون والتي كانت تتواجد في البحيرات والسبخات الجافة على شكل خليط من الاملاح مثل بيكربونات الصوديوم وكربونات الصوديوم وكبريتات الصوديوم وبعض المواد العضوية، ومن أهم مصادر النطرون هو وادي النطرون في مصر (Goffer 1980: 116).

والمصدر الأخر للصودا هو رماد الأعشاب البحرية حيث كانت تجمع الأعشاب وتحرق ويعاد استخدام رمادها في صناعة الزجاج حيث يحتوي على نسبة من الصوديوم ونسبة أقل من البوتاسيوم (عبد الله 1999: 8).

ب- البوتاش (Potash): أكسيد البوتاسيوم K_2O ، ووصلت نسبته إلى 16.6% (Henderson, 1985). يتصف بخواص مماثلة بشكل كبير للصوديوم، لكنه أقل منه نشاطا تفاعليا، رغم أن تفاعله يبدأ قبل الصوديوم أي عند درجة حرارة حوالي 750 درجة مئوية، ويعتبر أفضل من الصوديوم من حيث مقاومته للإذابة والتآكل، لكنه لا يعتمد وحدة كأكسيد في تركيب الزجاج لأن الناتج سيكون زجاج هش وضعيف ومتصدع (البديري 2002: 83).

ومن أهم مصادر أكسيد البوتاسيوم هو رماد الأعشاب البرية التي كانت تحرق ورمادها يستخدم لصنع الزجاج حيث كان يحتوي على نسبة عالية من مركبات البوتاسيوم أكثر من 2% (Stern and Gerber, 2004).

إن إضافة نسبة عالية من الصودا يجعل الزجاج غير ثابت كيميائيا وسهل الذوبان في الماء، والمصهرات بشكل عام تعمل على خفض درجة حرارة انصهار السليكا والذوبان وتجعل السيليكا أكثر سيولة، ويعتبر ال Soda Glass أفضل في التعامل من ال Potash Glass وذلك لان درجة التصلب للبوتاش عالية جدا بالتالي اصعب في التشكيل (Goffe 1980: 116).

2.5.1.3 المثبتات (Stabilizers): يعتبر الجير (أكسيد الكالسيوم) CaO والماغنيسيا (أكسيد المغنيسيوم) MgO أهم المواد المثبتة للزجاج، حيث وصلت نسبة أكسيد الكالسيوم من 8% إلى 10%، وأن الزجاج الناتج من إضافة الصودا والبوتاش الى السيليكا يكون أقل مقاومة للرطوبة ويزوب بسهولة بالماء، لذلك تعتمد الصانع إضافة مركبات الكالسيوم للخليط المستخدم لأنه يضيفي على الزجاج خواص المتانة والثبات الكيميائي (اسكاروس 1966: 161-164؛ البديري 2002: 85).

يعتبر الحجر الجيري أهم مصدر لأكسيد الكالسيوم أو الجير والذي يتركب أساسا من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وتقوم الماغنيسيا بنفس عمل الجير إلا أنها تتواجد عادةً بكمية أقل من 5% وتضاف بشكل مباشر مع الحجر الجيري أو تضاف كصخر الدولوميت (Stern and Gerber, 2004).

أن زيادة نسبة المثبتات تجعل الزجاج يشكل بلورات (Devitrify) أي يتحول من عديم البلورات الى متبلور فبذلك يصبح سهل التآكل والتفكك، لذلك النسب المئوية الأفضل للمكونات الرئيسية للزجاج هي SiO_2 75% و Na_2O 15% و CaO 10% (Goffer 1980: 119).

بالإضافة الى المكونات الرئيسية الثلاث من الزجاج تضاف الألومينا بقصد أو بغير قصد ليحسن من المتانة الكيميائية للزجاج وخصائص عملها خلال عمليات التشكيل، وتوجد الألومينا في الزجاج عادةً بنسبة تتراوح ما بين 1- 5% وتكون مصاحبة عادةً للرمال السيليكاتي كما هو الحال في رمال البحر المتوسط (Goffer 1980: 119).

2.6 ملونات الزجاج

ومن اهم العوامل التي تسبب اللون في الزجاج هي الاكاسيد من حيث نوعها وكميتها وشحنة العنصر فيها، وكذلك البيئه التي يتم بها الحرق (Goffer 1980: 120).

توجد الاكاسيد في الزجاج في صور مختلفة، فأما أن يشترك الأكسيد الملون في تكوين التركيب الشبكي للزجاج ، أو أن يدخل الأكسيد في الفراغات الموجودة بين جزيئات السيليك، فيحل الأكسيد الملون بصورة جزئية محل ذرات السيليك، أو يتداخل بين جزيئاتها مما يؤدي إلى ظهور

الأكسيد الملون بلون آخر مخالف للون الأصلي الذي يظهر عليه في الطبيعة (Basta, 1976).

وتعتبر درجة تكافؤ الأكسيد هي من أهم العوامل التي تؤدي الى اللون، حيث أن درجة تكافؤ الأكسيد يمكن أن تعطي ألوان مختلفة، كما أن وجود خليط من درجات تكافؤ الأكسيد يؤدي إلى اختلاف في لون الزجاج ذات التركيب الواحد، إضافة إلى أن اللون الناتج يمكن أن يتحكم فيه تغلب أي تكافؤ من تكافؤات الأكسيد المتواجد على الآخر (Basta, 1976: 126-136).

فمثلاً أكسيد الحديدوز (FeO) ينتج عنه اللون الأزرق وذلك بسبب وجود أيون الحديدوز الثنائي (Fe^{2+}). وأكسيد الحديدك (Fe_2O_3) يعطي اللون الأصفر المميز وذلك بسبب وجود أيون الحديدك الثلاثي (Fe^{3+}). وينتج اللون الأخضر عندما تتقارب نسبة الحديدوز مع نسبة الحديدك، وينتج اللون الأخضر المائل للزرقة نتيجة ارتفاع نسبة الحديدوز، واللون الأخضر المائل للاصفرار ينتج بسبب ارتفاع نسبة الحديدك، ولهذا السبب تعددت الألوان للزجاج باختلاف درجات التكافؤ للأكاسيد الملونة، مع ثبات التركيب الكيميائي للزجاج (اسكاروس 1966: 161-164).

2.6.1 أهم الأكاسيد الملونة

استخدمت أكاسيد عديدة في صورة خاماتها الأصلية كعوامل ملونة في الزجاج القديم، وأصبح الصانع بخبرته في هذا المجال مدركاً لخواص الأكسيد وظروف استخدامه للحصول على اللون المطلوب. ومن أهم هذه الأكاسيد الملونة المستخدمة قديماً هي:

2.6.1.1 أكسيد النحاس (CuO):

استخدمت أكاسيد النحاس في تلوين الزجاج حيث أن أكسيد النحاسيك (CuO) يعطي اللون الأزرق، ولكن بسبب وجود شوائب في الرمل المستخدم مثل أكسيد الحديد يتغير اللون إلى الأخضر ودرجاته، وبالنسبة إلى جو الحرق في الفرن حيث انه إذا كانت البيئة مختزله ينتج زجاج ذو لون أحمر، وإذا لم تكن البيئة غير مختزلة تماماً ينتج زجاج ذو لون أسود (Henderson, 1985).

أهم الألوان التي نتجت من استخدام أكسيد النحاس هي اللون الأحمر المعتم والأسود المعتم، واللون الأخضر المائل للزرقة أو الأزرق المائل للخضرة (اسكاروس 1966: 1611).

2.6.1.2 أكسيد الحديد (Fe₂O₃):

يوجد أكسيد الحديد بالرمال المستخدمة في صناعة الزجاج القديم كشوائب، ويوجد أيونين للحديد Fe²⁺ و Fe³⁺، يعطيان لونين مختلفين حيث الأول يعطي اللون الأزرق والأخر يعطي اللون الأصفر، وعند استخدام خليط من هذين الأيونين ينتج اللون الأخضر بدرجاته. بالنسبة الى بيئة الحرق مختزله مع وجود نسبة عالية من أكسيد الحديد، يعطي الزجاج اللون الأسود المعتم، أما إذا كانت البيئة مؤكسده مع وجود نسبة عالية من أكسيد الحديد، ينتج زجاج معتم بلون أحمر أو بني محمر (لوكاس 1964: 210-311).

2.6.1.3 أكسيد المنغنيز (MnO):

استخدم المنغنيز كمزيل للون الناتج من أكسيد الحديد بنسبة حوالي 1% (Freestone et al 2008)، والمنغنيز يوجد على صورة ثلاث كاسيد ثنائي Mn^{2+} وثلاثي Mn^{3+} ورباعي Mn^{4+} ، حيث أن الأكسيد الثنائي يعطي اللون الأسود في بيئة حرق مختزلة، أما الأكسيد الثلاثي يعطي الزجاج اللون البنفسجي القاتم أو المائل للحمرة في بيئة حرق مختزلة، أما الأكسيد الرباعي يعطي اللون الزهر في بيئة حرق مؤكسدة (Newton and Davison 1989: 153; Goffer 1980).

2.6.1.4 أكسيد الكوبالت (CoO):

يوجد الكوبالت في الزجاج على صورة أكسيدين ثنائي Co^{2+} وثلاثي Co^{3+} ، حيث أن الأيون الثنائي يعطي اللون الأزرق المعروف بالأزرق الكوبالتي للزجاج، أما إذا دخل الأيون الثنائي كمتطور للتركيب الشبكي من خلال وحدات سداسية الترابط فأنه يعطي الزجاج اللون القرمزي (عبد الله 1999: 88).

2.6.2 الأكاسيد المزيل للون.

إن الصانع القديم قد علم ببعض خواص الأكاسيد الملونة أثناء صناعته للزجاج الملون، وقد علم أن أكسيد الأنتيمون وأكسيد المنغنيز يمكن استخدامهم كعوامل مزيل للون الزجاج المنتج.

استخدم أكسيد المنغنيز (MnO) للحصول على اللون البنفسجي، ولكن في الأغلب لا يحصل على هذا اللون، فيكون الزجاج الناتج عديم اللون ويحدث ذلك من خلال اختزال أكسيد المنغنيز

(MnO) على حساب الشوائب الموجودة في الرمال مثل أكسيد الحديد (Fe_2O_3) وبالتالي منعها من إعطاء اللون الأخضر للزجاج وينتج زجاج عديم اللون (Basta, 1976).

يوجد أكسيد الأنتيمون في الزجاج على صورتين، أكسيد الأنتيمون الثلاثي Sb^{3+} وأكسيد الأنتيمون الخماسي Sb^{5+} ، والأكسيد الخماسي يوجد في الزجاج الملون المعتم، ولقد تبين للصانع أنه عند تسخين الزجاج الملون المعتم المستخدم فيه أكسيد الأنتيمون عند درجة حرارة عالية وتحت ظروف تسمح له بالاختزال فإن الزجاج يتحول إلى زجاج عديم اللون (اسكاروس 1966: 166).

2.6.3 الأكاسيد المعتمة.

الزجاج المعتم ينتج من خلال الصانع نفسه أي إنتاج زجاج معتم، من خلال استخدام Stibrite و Antimony، أو عن طريق إعادة تبلور بعض المكونات الأساسية للزجاج بتقادمه على مر الزمن، أو تآكل وتلف السطح للزجاج القديم (Basta, 1976).

ينتج الزجاج المعتم من خلال استخدام أكاسيد معتمة تتميز بسرعة الانفصال والتبلور، أو قابلية اتحادها مع بعض الأكاسيد المماثلة لها، والمكونة للزجاج، مثل أكسيد الكالسيوم، فتتكون بلورات صغيرة في الحجم في الزجاج، وتجعل الزجاج معتم لايسمح بمرور الضوء بشكل تام من خلاله (جاد الكريم 1995: 8).

2.7 أنواع الزجاج

ويمكن تقسيم الزجاج القديم اعتماداً على تركيبه الكيميائي إلى ثلاث أنواع رئيسية وهي:

1- زجاج الصودا- جير (Soda-Lime-Glass) (66.5% سيليكاً، و21.1% صوداً، و7.1% جير) (Goffer, 1980). يعتبر هذا النوع من الزجاج الأكثر شيوعاً. يخدم الصودا كمادة مصهرة لخفض درجة الحرارة التي يذوب السيليكاً، ويعمل الجير باعتبارها عامل استقرار للسيليكاً، استخدم هذا النوع من الزجاج في الفترة الرومانية والبيزنطية بشكل واسع وذلك لسهولة تشكيلة ونفخه (Goffer, 1980).

زجاج الصودا- الجير لة أنواع مختلفة منه زجاج Levantine I وزجاج Levantine II حيث أن النوع الأول نسبة السليكا SiO_2 به أقل من النوع الثاني لكن نسبة الصوديوم Na_2O والبوتاسيوم K_2O به أعلى من النوع الثاني.

زجاج Levantine I تم الكشف عنه في منطقة شواطئ البحر المتوسط السوري والفلسطيني حيث وجدت مكعبات كبيرة جداً من الزجاج الأولي في أفران كبيرة كشف عنها في موقع أبولينا في فلسطين (أنظر خارطة رقم 3) يعود تاريخها للفترة البيزنطية المتأخرة وتعتبر هذه الأفران لصناعة الزجاج الأولي من أشهر الأفران التي تم اكتشافها في هذه المنطقة (Freestone et al 2008).

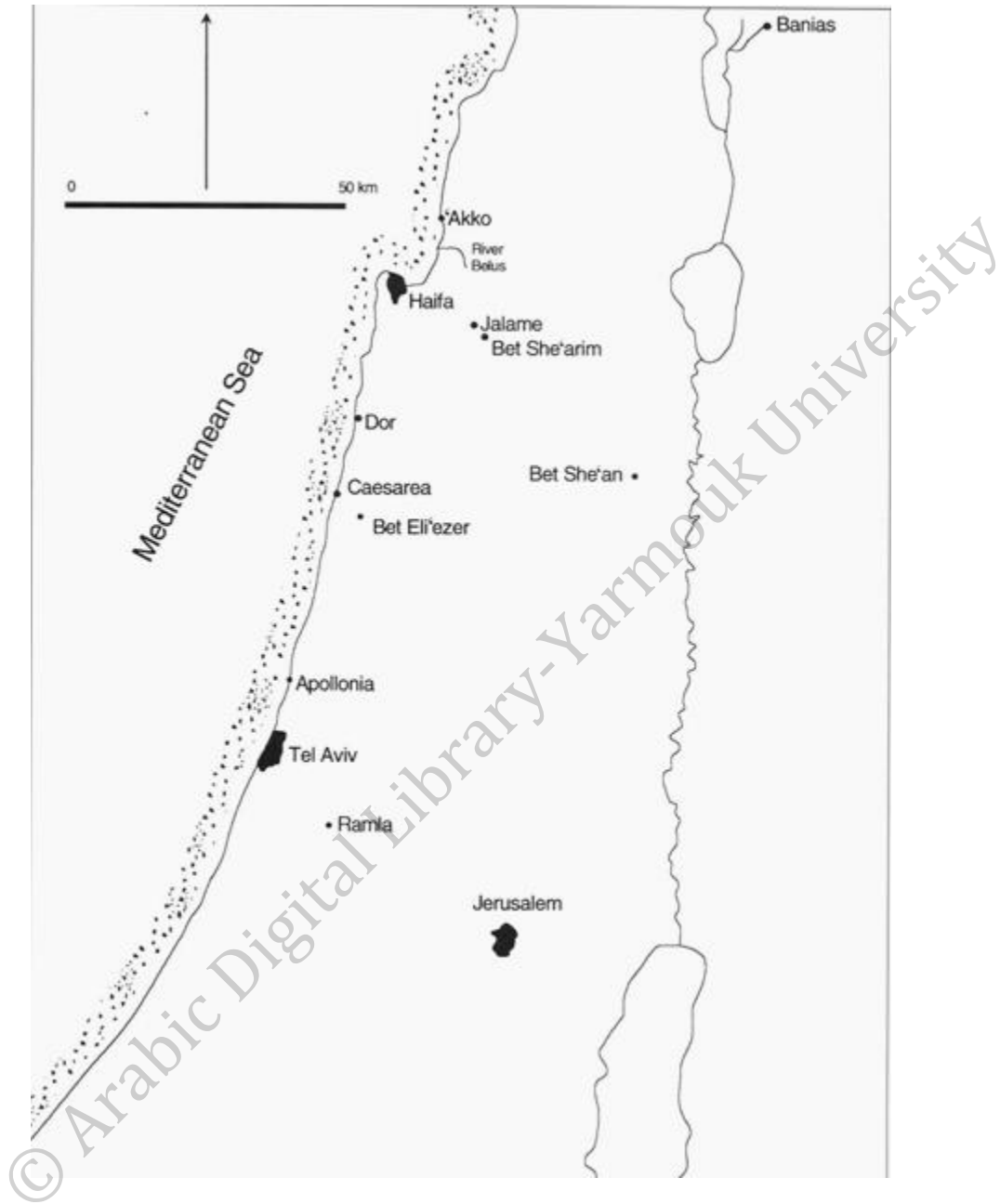
وساد زجاج Levantine I خلال القرن السادس حتى القرن السابع الميلاديين في موقعي دور وأبولينا في فلسطين (Freestone et al 2000). ووجد أيضاً زجاج Levantine I خلال نهاية القرن الرابع الميلادي في موقع جلامي (Brill 1988).

وتشير الأدلة الى أن الرمل الذي استخدم لصناعة هذا النوع من الزجاج هو من دلتا نهر بيلوس في خليج حيفا، أنظر خارطة رقم (3)، حيث يحتوي على الجير (Lime) بنسبة مقارنة لنسبة الجير في هذا النوع من الزجاج I Levantine (Freestone et al 2003).

أما زجاج Levantine II يرتبط تركيبية مع تركيب الزجاج الذي تم الكشف عنه في بيت العيزرية بالقرب من الخضيرة في فلسطين، أنظر خارطة رقم (3) والذي يبدو أنه كان سائدا في القرون من السادس وحتى بداية القرن الثامن الميلاديين (Freestone et al 2002a, 2003).

2- زجاج البوتاس-جير (Potash-Lime-glass) (62.1% سيليكات، و8.6% جير، و4.3% صودا، و20.4% بوتاس) (Goffer, 1980). ومن عيوب هذا النوع صعوبة العمل به، وذلك بسبب تصلبه السريع عند درجة حرارة مرتفعة، أي أعلى من درجة حرارة تصلب النوع الأول (Newton and Davison, 1989).

3- زجاج الرصاص-جير (Lead-lime-Glass) (32.2% سيليكات، و10.3% صودا، و8.1% جير، و31.1% رصاص) (Goffer, 1980). الرصاص هنا كان يضاف بشكل متعمد على طول التاريخ، وكان محدود نوعا ما، وأقدم زجاج احتوى على كمية كبيرة من الرصاص، هو القطع اللازوردية الزرقاء من بلاد ما بين النهرين، والتي يعود تاريخها إلى 1400 ق.م (Charleston, 1960). ويتميز هذا النوع من الزجاج بدرجة أنصهار منخفضة وكثافة عالية ولمعان قوي (Goffer 1980: 120).



خارطة رقم (3): تبين أهم مواقع صنع الزجاج في فلسطين (Fresstone, 2005).

2.8 تقنية صناعة الزجاج.

من المرجح أن تكون صناعة الزجاج بدأت منذ حوالي 7000 قبل الميلاد في منطقة الشرق الأوسط وخاصة (سوريا، فلسطين، الأردن) (Charleston, 1960)، وأصبح الزجاج ذو أهمية خلال الحياة اليومية لذلك بدأت صناعته بالانتشار وأدت زيادة استخدام الانسان للزجاج الى صناعته بأشكال ولأغراض مختلفة فصنعت الأواني المختلفة والكؤوس والقوارير الزجاجية ذات ألوان مختلفة ايضاً مثل الأزرق والأخضر وغيرها الكثير.

وتقوم صناعة الزجاج على خلط نسب محدد من الرمل النقي (السيليكا) والحجر الجيري إضافة إلى كربونات الصودا ثم بعض المواد التي تضيفي على الزجاج لوناً معيناً.

فمرت صناعة الزجاج القديم بأربع مراحل رئيسية وهي:

1- اختيار مواد الخام اللازمة لصنع الزجاج، ذلك يعتمد على المواد الأساسية الداخلة في صنع الزجاج والتي تكون ذات نقاء عالي وهي السيليكات والمواد المصهرة والمواد المثبتة (Goffer 1980:124).

2- خلط المواد الخام الأساسية معاً بالنسب المحدده وهي الرمل (Sand)، و Modifier (القليل من الصودا او البوتاش) حسب المناسب منها، والجير (Stabilizer Lime)، ويسمى هذا الخليط ال (Batch) ويضاف إلى ال (Batch) عادةً كسر من الزجاج القديم وتسمى ال (Cullet) وعند الحاجة يتم اضافة أكاسيد معينة من أجل الحصول على ألوان مختلفة، أو أكاسيد مزيلة للون او اضافة المعتمات (Goffer 1980:143).

3- يتم تسخين الخليط تدريجياً وبعدها يبدأ الـ Cullet بالذوبان أولاً على درجات حرارة أقل من درجة حرارة ذوبان باقي الخليط فيشكل سائلاً تتحرك فيه باقي المكونات وتصل لها الحرارة. ومع رفع درجات الحرارة تختلط المكونات ويزوب الخليط على درجة حرارة فوق 1000 درجة ويتحول الخليط الى سائل عالي اللزوجة، ولذلك ترفع درجات الحرارة أكثر وذلك من أجل تقليل اللدونة وزيادة السيولة، اخراج فقاعات الهواء المحصورة في الصهير، صهر المعادن الشائبة الممكن لها أن تكون خطوطاً اذا لم تنصهر و تحويل الخليط الى خليط متجانس بإتمام التبادلات والتفاعلات الكيميائية والفيزيائية.

4- يُبرد الصهير الى المدى الحراري (600-900س⁰) الذي يتصلب فيه، لتبدأ عملية تشكيل الزجاج بطرق مختلفة مثل الضغط، والنفخ، والقوالب (Goffer 1980:124). وبعد التشكيل يحتاج الزجاج الى Annealing وهي عملية تسخين الزجاج على حرارة أقل من درجة انصهاره لفترة من الوقت (دقائق) ثم تبريده تدريجياً وذلك لازالة الاجهاد والضغط الداخلي نتيجة التشكيل الذي يمكن أن يؤدي الى كسر وتشوه الزجاج (Goffer 1980: 126).

من خلال الدراسة التي قام بها Freestone 2005 كان له رأي في صناعة الزجاج القديم حيث انه كان يتم صنعه على مرحلتين:

أ- كان يصنع كتل وألواح ضخمة من الزجاج من المواد الخام في مواقع محددة قريبة من مصادر المواد الخام كموقع Apollonia في فلسطين، حيث عثر على ألواح زجاجية كبيرة في Apollonia في عام 1950م، وهذه الورش الأولية لصناعة الزجاج يبدو انها تقع بالقرب من مصادر مواد الخام (الرمل والقلوي) في مصر وفلسطين.

ب-توزع كتل الزجاج على الورش الثانوية، وتم هناك إعادة صهرها مره أخرى وتشكيل الأواني الزجاجية ونفخها، ومن خلال هذه الدراسة تبين أن هذا النوع من الزجاج كان سائد في أوائل القرن الثامن الميلادي، وتم تبادل هذا الزجاج عبر البحر الأبيض المتوسط.

2.9 تقنيات التشكيل للزجاج.

2.9.1 تقنية النفخ:

هي أحد التقنيات التي تطورت خلال الفترة الرومانية في القرن الأول قبل الميلاد، وتم اكتشافها خلال الفتره مابين 300 و 20 قبل الميلاد، وأصل تطورها عائد الى الحرفيين الفنيقيين الذين كانوا الأوائل في سوريا لإنتاج الأواني الزجاجية بتقنية النفخ، ويعتقد أن فن النفخ أتى الى روما مع الحرفيين والعبيد في 63 قبل الميلاد (Rasmussen, 2012). اكتشاف هذه التقنيه ربما يكون عرضي عند انتاج أنابيب الزجاج عندما كان يحاول الصانع فتح الأنبوب بالنفخ به وبدلا من فتحة تشكلت فقاعة في نهايته والتي توسعت حتى انتفخت، ولا يوجد دليل يدعم هذه النظرية لكن الفكرة تبدو معقولة (Rasmussen, 2012).

هذه العملية تحتاج ان يصهر الزجاج على درجه حرارة أعلى بكثير (درجة 1080س⁰ على الأقل) من درجة حرارة صهر الزجاج لتشكيله بطريقة ال Casting، أو ال molding و أن يكون على درجة عالية من اللزوجة (Rasmussen, 2012).

تتلخص عملية التشكيل بالنفخ كالاتي: باستخدام أنبوب معدني وتسخينه وذلك حتى يسهل التصاق مصهور الزجاج به، ومن ثم تجمع كمية من المصهور الزجاجي على طرف الأنبوب من خلال سطح أملس صلب، ثم ينفخ بالأنبوب فتتكون فقاعة صغيرة ثم يضع الصانع أصبعه على الطرف الآخر للأنبوب فيتمدد الهواء ببطء في الفقاعة حتى نحصل على الشكل المطلوب، وبتكرار عملية التسخين والنفخ وبالتناوب يستطيع الصانع أن يتحكم بشكل الأنية وسمك جدرانها (Newton and Davison 1989).

الزجاج الناتج بتقنية النفخ يكون رقيقاً وشفاف وذو وزن خفيف، وأصبح من الممكن انتاج قطع زجاجية رقيقة الجدران والتي حلت محل الأشكال الثقيلة التي كانت تنتج قبل هذه التقنية فزاد حجم الإنتاج للزجاج المنفوخ خاصة بعد تطور الأفران المستخدمة فأصبح ينتج الأطنان من القطع الزجاجية في مرة واحدة وأصبح ينتج الزجاج بسرعة وسهولة مما ساعد الطبقات الوسطى على امتلاك القطع الزجاجية واستخدامها للطعام والشراب، واستخدمت ايضاً كهداية تذكارية ومرفقات جنازية (Rasmussen, 2012).

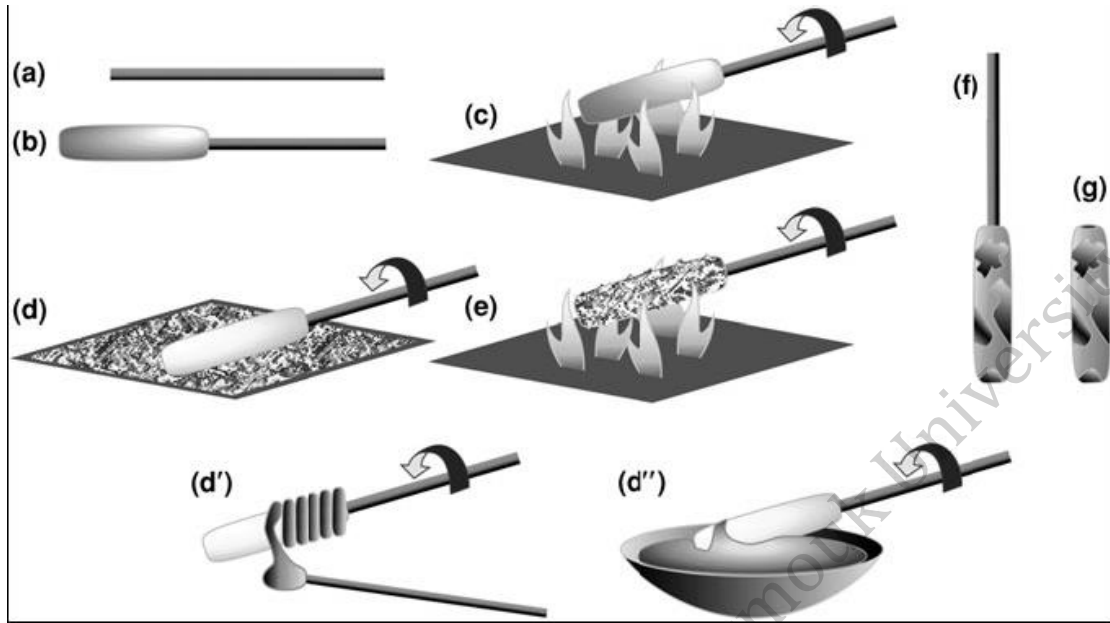
2.9.2 تقنية قالب الصب:

هي أقرب طريقة لإنتاج الزجاج المجوف وتعود لتاريخ 1500 قبل الميلاد في منطقة حوران من بلاد ما بين النهرين (بلاد الرافدين)، وبعد ذلك انتقلت بسرعة الى مصر.

صورة رقم (10) يوضح هذا الأسلوب، حيث يصنع النموذج الاولي للقطع الزجاجية (هناك قضيب معدني أو خشبي) شكل (a,b). الشرط الأساسي للتشكيل أن تكون مرنة ما يكفي لسهولة العمل، وصلبة بما يكفي لإنتاج شكل معين، وأن تكون ضعيفة بما يكفي حتى يسهل كسرها في النهاية ويخرج الشكل المطلوب (Rasmussen, 2012).

قالب الصب يجب أن يكون له خصائص ولكنها متناقضة وهي السماح لسطح الزجاج التمسك بالقالب أثناء عملية التشكيل ولكن يجب أن تبقى منفصلة بما يكفي لإزالتها بشكل سهل بعد التبريد، والقالب مصنوع إما من الطين أو الوحل، أو الرمل أو خليط من Soda-Lime أو خليط من الطين وروث الحيوانات ويتشكل القالب بعد ذلك بالتسخين والحرق شكل (c) (Rasmussen, 2012).

تتم هذه التقنية عن طريق عمل نموذج من الطفلة الرملية لنفس الشكل المطلوب، يتم تثبيت خليط من الطين على قضيب معدني أما عن طريق خيوط ساخنة متعرجة تلف حول القالب أو عن طريق الغمر مراراً وتكراراً في مصهور الزجاج وبعدها يعطي الشكل الداخلي للشكل المطلوب، ثم يوضع في بوتقة الزجاج المصهور ثم يسخن باستمرار (d) وبعدها يترك القالب حتى يبرد وبعدها تطبق طبقة جديدة بطريقة متكررة لتكوين جدار الزجاج حتى يتحقق السمك المطلوب، وإذا كان الزجاج لين يرجع إلى الفرن على لوح حجري لضمان سلامة السطح وبمجرد الانتهاء من هذا العمل يتم التبريد للشكل الزجاجي شكل (F,G) يتم إزالة القضيب من القالب وبعدها يتم التخلص من القالب تماماً والحصول على الإناء المطلوب (عبد الله 1999) هذه الطريقة محدودة الحجم ويكون أغلب القطع الناتجة ملوثة بسبب الاتصال المباشر مع القالب، والحجم الناتج لا يكون كبيراً جداً (Rasmussen, 2012).



صورة رقم (10): تبين التشكيل باستخدام تقنية قالب الصب (Rasmussen, 2012).

2.9.3 تقنية قالب الضغط:

هذه الطريقة استخدمت منذ القدم في صناعة الدمى الطينية، والطريقة هي أنه بعد تحويل خلطة المواد الزجاجية إلى عجينة في الفرن توضع العجينة على القالب أو فيه، ويضغط بها على جوانبه، ولا بد أن يكون القالب قادراً على تحمل درجة الحرارة العالية عند تعرضه لها، والزجاج الناتج يتميز بانتظام حوافها وجوانبها (عبد الخالق 1976: 43).

2.9.4 تقنية قالب الشمع المفقود:

يتم عمل نموذج للشكل المطلوب من الشمع ويغطى النموذج بطبقة من الطفلة تكون على شكل القالب وعمل ثقوب علوية وسفلية به، وذلك من أجل صب مصهور الزجاج وإخراج الهواء، يسخن القالب إلى درجة 500 C° وعند هذه الدرجة ينصهر الشمع ويسيل من الثقوب إلى الخارج، القالب يتحول إلى فخار متماسك، بعد ذلك تصب بودرة الزجاج الناعم من الفتحة العلوية والفتحة السفلية تغلق بعد تصلب القالب، ويعاد تسخين القالب حتى تنصهر البودرة وتأخذ شكل

القالب من الداخل، ثم يتم التبريد وبعد ذلك يتم كسر القالب من أجل الحصول على القطع الزجاجية (Hodges, 1964).

2.9.5 التشكيل بطريقة القطع البارد:

تتم هذه الطريقة بعد أن تصهر المواد وتحول إلى كتل زجاجية باردة، يقوم الصانع بتقطيع جوانبها وأطرافها حسب شكل الإناء المطلوب عملة (Hodges, 1964). استخدمت هذه الطريقة قبل استخدام القالب، إذ استخدمت كأول طريقة صناعية مارسها الإنسان حينما كان يهين الصخور والأحجار الطبيعية للاستعمال، وذلك بتقطيعها وتشكيلها حسب الرغبة، وكان استعمال الزجاج الطبيعي (البركاني) قد سبق استعمال الزجاج المصنوع بفترة، وكان استعماله بعد قطعة وتشكيلة (عبد الخالق 1976: 44-45).

2.10 الزجاج البيزنطي:

تقدمت صناعة الزجاج في مصر وسوريا بعد انتشار المسيحية في الإمبراطورية الرومانية، حيث كان الصانع المصري والسوري هم الأمهر في صناعة الزجاج، حيث أن الصانع السوري تأثرت صناعته لأشكال الزجاج بأشكال صناعة الفخار التي كانت منتشرة (زينهم، 1995)، أما الصانع المصري فكان ماهر في صناعة الزجاج الملون والزجاج المعرق وبنافس بذلك الصانع السوري، وعند سقوط الإمبراطورية الرومانية انتقلت جميع هذه الصناعات إلى الدولة البيزنطية حيث استدعاهم الإمبراطور قسطنطين لصناعة الزجاج، وخصهم بالعطايا وذلك من أجل تطوير صناعة الزجاج في عهده (زينهم، 1995). وزادت صناعة الزجاج في العصر البيزنطي بسبب كثرة الكنائس وانتشارها وحاجة هذه الكنائس للزجاج وخاصة الزجاج الملون وذات الأشكال

الجذابة، وقام الإمبراطور جستنيان في القرن السادس الميلادي بإحضار عدد من صناع الزجاج من أجل صناعة الزجاج الخاص بتزيين الكنائس التاريخية (Newton And Deavison, 1989).

ونوع الزجاج الذي كان مستخدماً بكثرة في العصر البيزنطي هو (Soda-Lime-Glass) حيث كان منخفض البوتاش والمغنيسيا ونسبة الصودا معتدلة، وطرق التشكيل السائدة كانت القوالب بنوعها قالب مكون من جزأين حيث ينحت النموذج الداخلي بأشكال هندسية ونباتية، والنوع الآخر قالب غمس، الزجاج ينفخ بداخلة ثم يتم أخراجه وينفخ بالخارج للاستكمال وينتج شكل قليل السمك (Frank, 1982).

وتأثرت صناعة الزجاج في العصر البيزنطي بالديانة المسيحية فتميل الى الزخرفة والتصوير للرموز التوضيحية للدين ورسم الأحداث الدينية، والأواني في هذا العصر تميزت برسومات متعددة منها الصليب او الحمامة رمز السلام او السفينة رمز الكنيسة (زينهم، 1995).



الفصل الثالث

عينات الدراسة وطرق تحليلها

3.1 مقدمة

يشمل هذا الفصل وصفاً لعينات الدراسة والجانب العملي للدراسة، حيث تم جمع عينات الدراسة ووصفها وتحليلها كيميائياً من أجل معرفة التركيب الكيميائي لها والذي من خلاله يمكن التعرف على نوع الزجاج والمواد الخام المستخدمة في صناعة الزجاج البيزنطي المكتشف من أم الجمال في موسمي 2012 و 2013.

3.2 العمل الميداني

لقد شمل العمل الميداني زيارة مكتب دائرة الآثار العامة في مدينة المفرق ومستودعاتها عدة مرات وذلك من أجل جمع عينات الدراسة. وتم اختيار العينات وجمعها بإشراف الدكتور عبد القادر الحصان مدير دائرة آثار المفرق الذي ساعد في اختيار عينات الدراسة من موقع أم الجمال، حيث تم اكتشاف هذه العينات من حفريات إنقاذية ونظامية بأشرافه.

كما شمل العمل الميداني أيضاً زيارة لموقع أم الجمال وأخذ الصور لمواقع العينات، ثم تم اختيار العينات حسب اللون والشكل والوظيفة ومن فتره واحده هي الفترة البيزنطية. وفي زيارة أخرى قدم الدكتور الحصان المعلومات المتعلقة بالعينات من حيث مكان اكتشافها بالموقع وبعض الصور خلال العمل الميداني والحفريات الأثرية ومخططات للموقع.

تم جمع المعلومات وبعض المراجع المتعلقة بالبحث من مكتب دائرة آثار المفرق بمساعدة الدكتور عبد القادر الحصان، كما تم جمع المراجع والدراسات السابقة من مكتبات مختلفة مثل مكتبة جامعة اليرموك، والجامعة الاردنية ومكتبة ACOR وتحميل وتصوير أبحاث ومقالات

تتعلق بمواضيع الدراسة. بالإضافة الى جمع الخرائط وبعض الصور لمباني وكنائس مختلفة في أم الجمال.

3.3 عينات الدراسة

تم اختيار 20 عينة من القطع الزجاجية التي تم كشفها من مدينة أم الجمال. أرخت هذه العينات الى الفترة البيزنطية بالاعتماد على الكسر الفخار وبقايا الأسرجة التي وجدت معها، وكذلك بعض النقوش الثمودية والنبطية والإغريقية التي تشير الى اسماء عربية خالصة.

لقد تم تصنيف العينات حسب مكان العثور عليها من موقع أم الجمال كالتالي:

3.3.1 كنيسة القديسة مريم:

اكتشفت العينات الزجاجية خلال حفرة عرضية للدكتور عبد القادر الحصان سنة 2012 و2013 في منطقة المذبح. ربما تعود هذه الكنيسة الى العصر الاموي اعتمادا على اللقى الفخارية الاموية المكتشفة بها وأرخها الحصان الى الفترة البيزنطية المتأخرة والاموية المبكرة.

وسبب تسمية هذه الكنيسة بهذا الاسم هو العثور على نقش على حجر مكتوب عليه القديسة ماريه Agia Maria على المدخل الرئيسي للكنيسة من الجهة الجنوبية، أنظر صورة رقم (11)، ومدخل هذه الكنيسة يقع بالجهة الجنوبية منها، أنظر صورة رقم (12)، ومن أهم اللقى الاثرية في الكنيسة هي الزجاج والفخار والاسرجه والنقوش ومكعبات الفسيفساء و القسارة (Plaster) الذي يحتوي على طف بركاني (الحصان، 2013، مقابله شخصيه)، أنظر صورة رقم (13).



صورة رقم (11): تبين نقش على حجر مكتوب عليه القديسة ماريه (Agia Maria) (تصوير الباحثة).



صورة رقم (12): تبين احد بوابات كنيسة القديسة مريم (تصوير الباحثة).



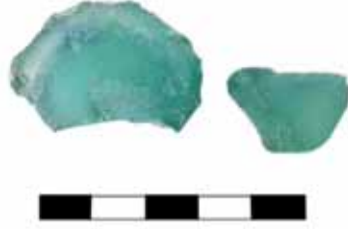
صورة رقم (13): تبيين مكان كنيسة القديسة مريم (تصوير الباحثة).

أخذ من كنيسة القديسة مريم عينتان (7، 12) من منطقة المذبح و ثلاث عينات (9، 14، 15) من منطقة الصحن، وهي عبارة عن قوارير وأواني وبألوان مختلفة كالأخضر بدرجاته واللون البنفسجي المحمر والأزرق بدرجاته. أنظر جدول رقم (2) والصور رقم (14-18).

رقم العينة	مكان العينة بالكنيسة	اللون	جزء العينة	الاستخدام	الفترة الزمنية
عينة رقم 7	المذبح	أزرق فاتح (تركواز)	مقبض غير مكتمل لقارورة زجاجية	قارورة استخدمت للحفظ أو الزينة	بيزنطي متأخر
عينة رقم 9	الصحن	أخضر غامق (مزرق)	قاعدة قارورة غير مكتملة	القاعده استخدمت كوزنة، والقارورة استخدمت للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 12	المذبح	أخضر غامق (مزرق)	جزء من بدن لإناء زجاجي	إناء استخدم للحفظ	بيزنطي متأخر
عينة رقم 14	الصحن	أخضر مزرق	فوهة إناء غير متكاملة	إناء استخدم للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 15	الصحن	بنفسجي محمر	أجزاء من شباك مكسور	شباك	بيزنطي

جدول رقم (2): يمثل وصف لعينات الزجاج من كنيسة القديسة مريم.

صور عينات كنيسة القديسة مريم



صورة رقم (15) عينة 9.



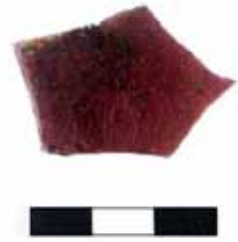
صورة رقم (14) عينة 7.



صورة رقم (17) عينة 14.



صورة رقم (16) عينة 12.



صورة رقم (18) عينة 15.

3.3.2 المقبرة الشمالية:

اكتشفت هذه المقبرة خلال حفرة انقاذية عرضية قام بها الدكتور عبد القادر الحصان شمال غرب الموقع، وتمتد هذه المقبرة خارج أسوار المدينة، أنظر صورة رقم (19). أرخت هذه المقبرة الى مراحل متعددة وذلك من القرن الأول الميلادي وحتى السابع الميلادي بناءً على نقوش وجدت في هذه المقبرة وهي نقوش ثمودية ونبطية وإغريقية، ولكن هذه النقوش ما زالت قيد الدراسة. وتم العثور في هذه المقبرة على لقى أثرية من كسر فخارية وزجاج ومسامير، ومسكوكات متآكلة وخشب ولوائح قصدير، وكسر أسرجه وعظام (الحصان، 2013، مقابله شخصيه).



صورة رقم (19): تبين المقبرة الشمالية (تصوير الباحثة).

إن قبور هذه المقبرة معاد استخدامها من فترات أخرى، ومبنية من الحجارة البازلتية المنحوتة بعمق 2م تقريبا ويعرض 60 سم وطول 200 سم، أنظر صورة رقم (20)، مسقوفة بالحجر على شكل ال Corbelling system (نظام الأقواس) وداخل هذه القبور كان يوضع احيانا توابيت

خشبية حيث تم العثور على نماذج لهذه التوابيت مصنوعة بطرق مختلفة منها بالتعشيق ومنها بالمسامير وهذه التوابيت بعضها كان مغلف بالبرونز (الحصان، 2013، مقابله شخصيه) .



صورة رقم (20): تبين أحد قبور المقبرة الشمالية (تصوير الباحثة).

أخذت من المقبرة الشمالية (خمس عينات)، ثلاث عينات (1، 11، 8) من القبر الاول وعينتان (13، 16) من القبر الثاني وهي عبارة عن مدامع وقوارير وإناء للحفظ بألوان مختلفة الاخضر الغامق والأخضر المزرق والأخضر الفاتح، أنظر جدول رقم (3) والصور رقم (21-25).

رقم العينة	مكان العينة في المقبرة	اللون	الوصف	الاستخدام	الفترة الزمنية
عينة رقم 1	القبر الأول بجانب السياج	أخضر زيتي	جزء من قاعدة لمدمعة مع البدن	مدمعة استخدمت لحفظ العطور	بيزنطي مبكر
عينة رقم 11	القبر الأول	شفاف عديم اللون	فوهة مكتملة لمدمعة مع جزء من العنق	مدمعة استخدمت لحفظ العطور	بيزنطي مبكر
عينة رقم 13	القبر الثاني	شفاف عديم اللون	فوهة غير متكاملة مع جزء من العنق والبدن لقاورة زجاجية	قاورة استخدمت للحفظ	بيزنطي مبكر
عينة رقم 16	القبر الثاني	أخضر فاتح	قاعدة لقاورة زجاجية	قاورة استخدمت للزينة أو للحفظ	بيزنطي مبكر
عينة رقم 8	القبر الأول	أخضر مصفر	فوهة غير مكتملة لإناء زجاجي	إناء استخدم للحفظ	بيزنطي

جدول رقم (3): يمثل وصفا لعينات الزجاج من المقبرة الشمالية.

صور عينات زجاج المقبرة الشمالية



صورة رقم (22) عينة رقم 11.



صورة رقم (21) عينة رقم 1.



صورة رقم (24) عينة 16.



صورة رقم (23) عينة 13.



صورة رقم (25) عينة رقم 8.

3.3.3 الكاتدرائية:

تقع الكاتدرائية الى الجنوب من بوابة كومودوس بين بوابتي مدينة ام الجمال الواقعتين في الجدار الغربي، أنظر صورة رقم (26) (127 : 1979 Showker, 280 : 1966 Hoade).

سميت هذه الكنيسة بهذا الاسم نسبة الى موقعها المركزي في المدينة والى حجمها الكبير إذ أنها أضخم كنيسة عثر عليها في أم الجمال يعود تاريخها الى عام 556م، بناء على نقش وجد بها، أنظر صور رقم (27) (183-182 : 1913 Butler).



صورة رقم (26): تبين غرفة التعميد في الكاتدرائية (تصوير الدكتور الحصان)



صورة رقم (27): نقش يبين تأريخ الكاتدرائية (تصوير الباحثة).

تحتوي الكنسية على مجموعة من الأبواب ثلاثة منها في الجدار الغربي، وهناك ثلاثة أبواب أخرى الأول في الجدار الشمالي، اما البابين الآخران فهما في الجدار الشرقي، أنظر صورة رقم (28) (29)، ومعظم جدران هذه الكنسية مهدم، أنظر صورة رقم (30)، يوجد في هذه الكنسية الصحن والجناحين ويفصل بينهما صفان من الدعامات ترتكز على قواعد مستطيلة الشكل، أما بالنسبة للحنية فهي تشبه الكثير من حنيات الكنائس التي تم العثور عليها في أم الجمال، وبمحاذاة الجدار الشمالي للكنيسة وفي نهاية الشرقية بنيت غرفة يغلب الظن انها كانت مصلى خارجيا صغير او غرفة للمقدسات وملابس الكهنة (Butler 1913: 183).



صورة رقم (28): تبين أحد بوابات الكاتدرائية (تصوير الباحثة).



صورة رقم (29): تبين أحد بوابات الكاتدرائية (تصوير الباحثة).



صورة رقم (30): صورة تبين أحد الجدران المهتمة في الكاتدرائية (تصوير الباحثة).

ومن خلال حفرة قام بها الدكتور الحصان كشف عن غرفة التعميد تحت عمق 2م تقريبا، وعثر أيضا خلال الحفر على أسرجه تعود للفترة البيزنطية والأموية، وعلى زجاج مخزون في الكوات الجدارية (خزائن)، كما عثر على عينات من الزجاج على أرضيات غرفة التعميد (الحصان، 2013، مقابله شخصيه).

وأخذت من الكاتدرائية أربع عينات (2، 3، 10، 17) من غرفة التعميد بجانب القوس وهي عبارة عن اناء وكاس وقارورة وقنينة تتميز بألوانها الشفافة والأزرق والأخضر. انظر جدول رقم (4) والصور رقم (31-34).

رقم العينة	مكان العينة بالكاتدرائية	اللون	جزء العينة	الاستخدام	الفترة الزمنية
عينة رقم 2	غرفة التعميد، بجانب القوس	الأخضر المزرق	جزء من بدن إناء غير متكامل	أنية استخدمت للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 3	غرفة التعميد	الأخضر المزرق	جزء من قاعدة لكأس زجاجي	كأس استخدم للشرب	بيزنطي
عينة رقم 10	غرفة التعميد	أزرق فاتح	غطاء لقارورة زجاجية غير مكتملة	قارورة استخدمت لحفظ العطور	بيزنطي متأخر
عينة رقم 17	غرفة التعميد	اخضر فاتح	جزء من البدن مع قاعدة لقنينة زجاجية	قنينة استخدمت للشرب	بيزنطي

جدول رقم (4): يمثل وصفا لعينات الزجاج من الكاتدرائية.

صور عينات زجاج الكاتدرائية



صورة رقم (32) عينة 3.



صورة رقم (31) عينة 2.



صورة رقم (34) عينة 17.



صورة رقم (33) عينة 10.

3.3.4 الكنيسة المزدوجة الجنوبية:

سميت بهذا الاسم لأنها عبارة عن كنيستين ملتصقتين، أنظر صورة رقم (35)، الأولى شمالية والثانية جنوبية وتقع في الجزء الجنوبي الشرقي داخل سور مدينة ام الجمال الى الشرق من كنيسة نومريانوس، أنظر شكل رقم (4) تبين مخطط لهذه الكنيسة (Butler 1913: 179-180).



صورة رقم (35): تبين الكنيسة المزدوجة من الخارج، الشمالية والجنوبية (تصوير الباحثة).

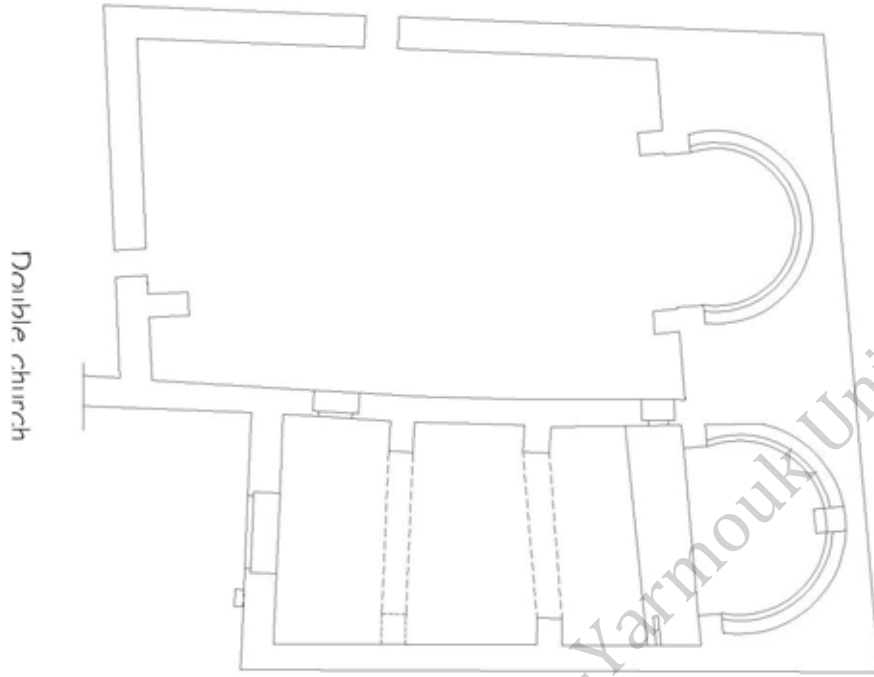
القسم الجنوبي لهذه الكنيسة له ثلاثة أبواب، يقع الرئيسي في منتصف الجدار الغربي، والبابان الآخران فهما في الجدار الشمالي للقسم الجنوبي، أنظر صورة رقم (36)، أنظر شكل رقم (5) الذي يبين مخطط للقسم الجنوبي من الكنيسة المزدوجة. القسم الشمالي من هذه الكنيسة لها بابين في الجدار الغربي ، ولها ثلاثة أبواب أخرى احدها في الجدار الشمالي وآخر يؤدي الى الجناح الأيمن، أما الثالث فيفتح الجناح الايسر للكنيسة الملاصقة، ، أنظر صورة رقم (37) (Butler 1913 : 180-181).



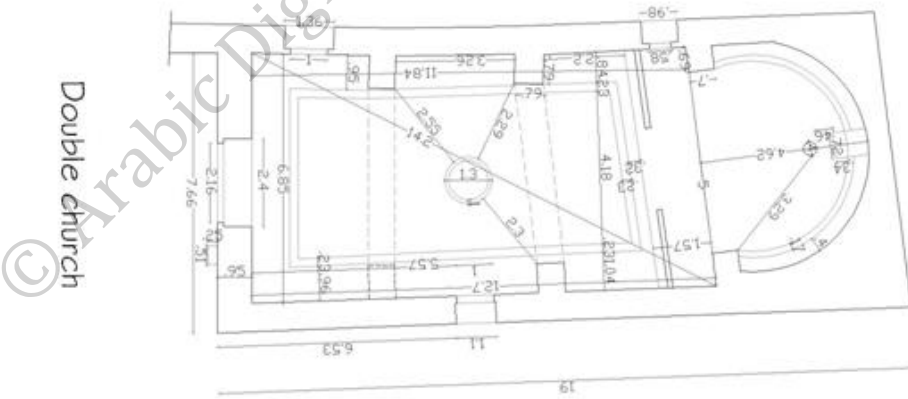
صورة رقم (36): تبنين الكنيسة الجنوبية من الكنيسة المزدوجة (تصوير الباحثة).



صورة رقم (37): تبنين الكنيسة الشمالي من الكنيسة المزدوجة (تصوير الباحثة).



شكل رقم (4): تبين مخطط للكنيسة المزدوجة (الدكتور الحصان).



شكل رقم(5): تبين مخطط للجزء الجنوبي من الكنيسة المزدوجة (الدكتور الحصان).

قام الدكتور عبد القادر الحصان بعمل حفرة في هذه الكنيسة، حيث أُرخ هذه الكنيسة الى الفترة البيزنطية خلال القرن السادس الميلادي تقريبا. لقد كُثِفَ أثناء الحفريات على فسيفساء مكتوب عليها اسم ثيوفيلوس (Theophilows) لذلك أطلق هذا الاسم على الكنيسة المزدوجة. والنظام المعماري لهذه الكنيسة هو نظام القاعة. لها بوابة رئيسية من الجهة الغربية، وبوابتان من الجهة الشمالية واحد منهما يفتح على حاجز قدس الاقداس المبني من الطابوق الحراري، والآخر يفتح على الجزء الشمالي للكنيسة المزدوجة (الحصان، مقابله شخصيه).

أخذ من الكنيسة المزدوجة الجنوبية ست عينات (4، 5، 6، 18، 19، 20) تتميز بأشكال متعددة فهي عبارة عن قوارير وأواني وقناني وألوانها مختلفة كالأخضر الغامق والأخضر المزرق، أنظر جدول رقم (5) والصور رقم (38-43).

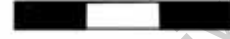
رقم العينة	اللون	جزء العينة	الاستخدام	الفترة الزمنية
عينة رقم 4	أخضر غامق	مقبض غير مكتمل منفصل عن قنينة زجاجية	قارورة استخدمت للحفظ أو الزينة	بيزنطي
عينة رقم 5	أخضر مزرق	فوهة غير مكتملة لأناء زجاجي	أناء يستخدم للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 6	أخضر مزرق	فوهة غير مكتملة مع مقبض كامل وجزء من البدن لإناء	إناء استخدم للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 18	أخضر مزرق	فوهة غير متكاملة لقنينة زجاجية	قنينة استخدمت للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 19	أخضر مزرق	عنق لقنينة غير متكاملة مع فوهة	قنينة استخدمت للحفظ	بيزنطي
عينة رقم 20	شفاف عديم اللون	بدن لإناء غير متكامل	إناء يستخدم للحفظ	بيزنطي

جدول رقم (5): يمثل وصفا لعينات الزجاج من الكنيسة المزدوجة الجنوبية.

صور عينات زجاج الكنيسة المزدوجة الجنوبية



صورة رقم (39) عينة رقم 5.



صورة رقم (38) عينة 4.



صورة رقم (41) عينة 18.



صورة رقم (40) عينة 6.



صورة رقم (43) عينة 20.



صورة رقم (42) عينة 19.

3.4 العمل المخبري

3.4.1 وصف العينات:

نقلت العينات الى مختبرات كلية الآثار في جامعة اليرموك وهناك تم ترقيم وتوثيق العينات بوضع بطاقة لكل عينة، تشمل مصدر العينة، وسنة اكتشافها والفترة الزمنية التي تعود اليها ووضع كل عينة مع بطاقتها داخل كيس.

كما تم تصوير العينات قبل عملية التنظيف وبعدها في مختبرات التصوير بكلية الآثار والأنثروبولوجيا ومعالجتها بتقنية الفوتوشوب، ثم فحص العينات بالعين المجردة من أجل التعرف على لون العينة الأصلي والذي ساعدنا في وصف العينات كاملة وكان حسب المصدر، واللون، وجزء العينة من الأداة، الاستخدام.

3.4.2 تنظيف العينات:

هدفت عملية تنظيف العينات من الأتربة والمواد العالقة بها وطبقة التآكل التي تعلق أسطحها الى عدم تأثير هذه المواد في نتائج التحليل وكانت عملية التنظيف حسب التسلسل التالي:

- أ- ازالة ما أمكن من طبقات التآكل والأتربة باستخدام الفرشاة والمشرط.
- ب- نقع العينات بالماء لمدة 24 ساعة ثم تنظيفها بالفرشاة والمشرط مرة أخرى.
- ت- بعض العينات كانت عليها طبقات من الصدأ والأتربة قوية الالتصاق بالزجاج، فتم نقعها بالإيثانول لمدة 24 ساعة ومن ثم تنظيفها بالمشرط، وتم تكرار هذه الخطوه حتى يتم تنظيفها بشكل كامل.

3.4.3 تقنية التحليل المستخدمة في تحليل عينات الدراسة:

استخدم في هذه الدراسة جهاز (Electron Probe Microanalyser) من نوعية (JEOL JXA 8100) في مختبرات ولفسون للعلوم التطبيقية في الآثار (Wolfson Archaeological Science Laboratories) في معهد الآثار (Institute of Archaeology) بجامعة (University College London). واختيرت هذه الطريقة لأنها غير مدمرة للعينة وتستخدم قطع صغيرة جداً من الزجاج (بضعة ملليمترات فقط)، ولأنها تعد من التقنيات العلمية الدقيقة التي تستخدم في تحليل المواد الأثرية (وخاصة الزجاج) لتحديد العناصر المكونة للقطع الأثرية وتركيزها بدقة. حيث تم إرسال العينات الى مختبرات ولفسون حيث قام الدكتور Freestone بتحليل العينات بالإضافة الى العينات القياسية (Standards).



صورة رقم (44): يمثل جهاز (Electron probe microanalyser) من نوعية (JEOL JXA 8100) المستخدم في

تحليل عينات الدراسة (www.directindustry.com).

3.4.3.1 مبدأ عمل الجهاز:

- 1- يتم توجيه شعاع من الإلكترونات على سطح مستوي من العينة والجهاز مفرغ من الهواء.
- 2- يتم تركيز الشعاع من أجل إثارة نقطة صغيرة من العينة بقطر حوالي 1mm.
- 3- يتم تحليل الأشعة السينية التي تنشأ عن شعاع الإلكترونات بواسطة تشتت الطاقة أو تشتت الطول الموجي (Energy- dispersive or Wavelength dispersive)، ومقارنته مع مجموعته من المقاييس أو المعايير وذلك بالاعتماد على عناصر وأكاسيد ومعادن معروفة التركيب تستخدم في المعايرة (Standards) مثل ال (Coring) A, B, C, D لإعطاء التحليل الكمي بالكامل للنقطة المثارة، وبالتالي فإن جهاز Electron probe microanalyser هو مشابه لتحليل الأشعة السينية X-Ray المرافقة عادةً مع العديد من المجاهر الإلكترونية (SEM- Scanning Electron Microscopes).
- 4- يتم تحليل أكثر من منطقة وأكثر من نقطه في العينة من أجل الحصول على متوسط ممثل لتوزيع العينة وهنا أخذ 7 نقاط، والعناصر التي يحللها هذا الجهاز كثيرة ومن هذه العناصر التي تم تحليلها لهذه الدراسة هي كما جاءت في جدول رقم (6) وهي (Na, Cr, P, Si, Mn, K, Mg, Zn, Cl, Al, Ba, S, Ni, Ca, Ti, Sn, V, Cu, Co, Fe, Pb, Sb, Sr).

3.4.3.2 تحضير العينات للتحليل:

- 1- قطع كسر صغيرة (بضعة ملليمترات) من العينة بعد تنظيفها.
- 2- تم تثبيت هذه القطع من الزجاج في قالب من epoxy resin.
- 3- صقل العينة بالتدرج وبدقة متناهية باستخدام أوراق silicon carbide لأظهار سطح جديد وحديث من عينة الزجاج، ويتم صقل العينة بورق أنعم ومن ثم استخدام عجينة الألماس الناعمة جداً.
- 4- تغليف العينة بطبقة رقيقة من الكربون وذلك لجعلها موصلة، ثم وضعها داخل الجهاز ومن ثم تفريغ الهواء من أنبوية الجهاز.

3.4.3.3 ظروف تشغيل الجهاز:

يعمل هذا الجهاز تحت هذه الظروف:

- 1- زاوية القياس تصل الى 75^0 .
- 2- فرق الجهد التسارعي 15 KV.
- 3- شدة التيار 50 nA.



4.1 مقدمة

يعرض هذا الفصل نتائج تحليل عينات الدراسة التي تم تحليلها بجهاز (EPM)، مقسمة الى المجموعات الأربعة التي سبق الحديث عنها في الفصل السابق ومناقشتها وتفسيرها ومن ثم مقارنتها بنتائج تحليل عينات من الزجاج تعود للفترة البيزنطية من مواقع أثرية في الأردن.

4.2 نظرة عامة

يمثل الجدول رقم 6 (أ، ب)، نتائج تحليل جميع عينات الدراسة وباللغة (عشرين عينة). وبالنظر الى هذه النتائج في جدول رقم (6) يتبين أن نسب أكاسيد العناصر الرئيسية وبقية العناصر متقاربة لجميع العينات عدا العينة رقم (15) حيث تراوحت نسبة السيليكا (SiO_2) من 68.26 - 74.59% ونسبة الجير (CaO) تراوحت بين 6.08 - 10.24% ونسبة الصودا (Na_2O) تراوحت بين 12.61 - 15.36%.

بالنسبة للعينة رقم (15) المشار اليها أعلاه، فنسب أكاسيد العناصر فيها مختلفة عن باقي العينات ولذلك سيتم الحديث عنها منفصلة نظراً لاختلافها، حيث تنتمي الى كنيسة القديسة مريم وتحتوي هذه العينة مقارنة ببقية العينات على نسبة منخفضة من السيليكا تساوي 59.76%، ونسبة من البوتاسيوم تساوي 2.75%، ونسبة من المغنيسيوم تساوي 3.91%، ونسبة من النحاس تساوي 3.22%، ونسبة من الحديد تساوي 2.48%، ونسبة الرصاص تساوي 0.49%، أنظر جدول رقم 6 (أ، ب).

No.	Na ₂ O	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SiO ₂	MnO	K ₂ O	MgO	ZnO	Cl	Al ₂ O ₃	BaO	SO ₃
1	14.28 ±0.10	0.006 ±0.007	0.299 ±0.019	68.36 ±0.31	0.011 ±0.009	1.21 ±0.02	0.52 ±0.006	0.20 ±0.02	0.64 ±0.02	3.17 ±0.03	0.025 ±0.021	0.081 ±0.013
2	13.81 ±0.071	0.003 ±0.003	0.052 ±0.011	71.94 ±0.13	0.014 ±0.003	0.52 ±0.016	0.48 ±0.035	0.011 ±0.020	0.899 ±0.022	3.173 ±0.04	0.019 ±0.021	0.057 ±0.009
3	12.84 ±0.076	0.003 ±0.005	0.065 ±0.017	73.27 ±0.13	0.013 ±0.009	0.52 ±0.027	0.47 ±0.012	0.009 ±0.009	0.753 ±0.015	3.09 ±0.04	0.026 ±0.019	0.071 ±0.013
4	15.36 ±0.098	0.005 ±0.006	0.099 ±0.011	69.71 ±0.13	0.023 ±0.009	0.78 ±0.04	0.51 ±0.018	0.005 ±0.007	0.85 ±0.011	2.92 ±0.03	0.029 ±0.018	0.194 ±0.017
5	14.11 ±0.092	0.007 ±0.005	0.039 ±0.019	73.66 ±0.2	0.01 ±0.009	0.44 ±0.015	0.43 ±0.007	0.008 ±0.009	0.78 ±0.009	3.07 ±0.02	0.033 ±0.021	0.111 ±0.013
6	12.61 ±0.18	0.005 ±0.007	0.052 ±0.013	74.59 ±0.18	0.018 ±0.007	0.52 ±0.022	0.43 ±0.012	0.013 ±0.019	0.64 ±0.012	3.36 ±0.03	0.026 ±0.016	0.07 ±0.012
7	12.77 ±0.06	0.003 ±0.005	0.056 ±0.013	74.74 ±0.11	0.015 ±0.014	0.55 ±0.026	0.42 ±0.008	0.024 ±0.021	0.65 ±0.015	3.39 ±0.02	0.027 ±0.02	0.081 ±0.014
8	13.25 ±0.067	0.008 ±0.006	0.255 ±0.054	68.61 ±0.81	0.027 ±0.008	1.38 ±0.189	0.83 ±0.048	0.008 ±0.012	0.74 ±0.076	3.21 ±0.03	0.039 ±0.029	0.039 ±0.013
9	14.48 ±0.113	0.004 ±0.006	0.145 ±0.014	69.28 ±0.2	0.585 ±0.033	0.92 ±0.015	0.68 ±0.029	0.008 ±0.014	0.77 ±0.016	2.85 ±0.03	0.041 ±0.024	0.122 ±0.013
10	13.66 ±0.104	0.005 ±0.005	0.037 ±0.013	70.39 ±0.112	0.018 ±0.005	0.377 ±0.009	0.615 ±0.017	0.009 ±0.012	0.86 ±0.022	3.19 ±0.03	0.022 ±0.015	0.121 ±0.014
11	14.82 ±0.103	0.002 ±0.005	0.119 ±0.016	69.72 ±0.103	0.015 ±0.005	0.593 ±0.013	0.612 ±0.027	0.006 ±0.008	0.80 ±0.014	3.08 ±0.03	0.017 ±0.017	0.078 ±0.016
12	13.22 ±0.075	0.006 ±0.006	0.097 ±0.016	71.56 ±0.105	0.104 ±0.005	0.886 ±0.019	0.974 ±0.015	0.01 ±0.008	0.50 ±0.008	3.66 ±0.034	0.033 ±0.023	0.131 ±0.015
13	13.04 ±0.112	0.008 ±0.008	0.146 ±0.018	71.58 ±0.212	0.029 ±0.008	0.885 ±0.021	0.638 ±0.019	0.016 ±0.015	0.61 ±0.016	3.14 ±0.041	0.019 ±0.027	0.141 ±0.028
14	13.84 ±0.09	0.005 ±0.004	0.08 ±0.023	71.62 ±0.22	0.015 ±0.009	0.683 ±0.017	0.529 ±0.014	0.009 ±0.014	0.92 ±0.013	3.15 ±0.094	0.027 ±0.023	0.049 ±0.013
15	14.83 ±0.193	0.038 ±0.009	0.31 ±0.02	59.76 ±0.162	0.843 ±0.018	2.748 ±0.041	3.908 ±0.197	0.155 ±0.023	0.41 ±0.013	2.57 ±0.037	0.033 ±0.016	0.262 ±0.018
16	14.55 ±0.047	0.004 ±0.004	0.149 ±0.011	69.71 ±0.164	0.017 ±0.009	0.693 ±0.033	0.561 ±0.009	0.016 ±0.019	0.849 ±0.012	3.13 ±0.045	0.034 ±0.027	0.104 ±0.014
17	15.35 ±0.091	0.007 ±0.008	0.139 ±0.025	68.73 ±0.196	0.353 ±0.018	1.117 ±0.019	0.485 ±0.005	0.017 ±0.015	0.81 ±0.022	2.87 ±0.034	0.028 ±0.013	0.13 ±0.016
18	13.44 ±0.106	0.006 ±0.009	0.03 ±0.008	73.85 ±0.121	0.018 ±0.011	0.491 ±0.02	0.441 ±0.013	0.016 ±0.022	0.819 ±0.019	3.12 ±0.024	0.029 ±0.014	0.077 ±0.014
19	14.95 ±0.1	0.006 ±0.007	0.159 ±0.015	68.26 ±0.208	0.076 ±0.008	1.09 ±0.014	0.68 ±0.013	0.011 ±0.023	0.733 ±0.025	3.19 ±0.016	0.026 ±0.019	0.113 ±0.011
20	13.51 ±0.14	0.001 ±0.003	0.046 ±0.015	72.28 ±0.33	0.014 ±0.009	0.512 ±0.019	0.49 ±0.02	0.003 ±0.006	0.872 ±0.029	3.16 ±0.054	0.021 ±0.015	0.056 ±0.016

جدول رقم (6- أ): يبين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي المكتشف من موقع أم الجمال الأثري، ونسبة الخطأ في القياس لكل عملية قياس.

No.	NiO	CaO	TiO ₂	SnO ₂	V ₂ O ₃	CuO	CoO	FeO	PbO	Sb ₂ O ₅	SrO	Total
1	0.002 0.003	9.95 0.23	0.08 0.01	0.01 0.012	0.005 0.006	0.001 0.003	0.005 0.008	0.397 0.022	0.01 0.01	0.002 0.005	0.098 0.039	99.04 0.29
2	0	7.93 0.13	0.05 0.01	0.007 0.009	0	0.006 0.008	0.003 0.006	0.306 0.023	0.01 0.01	0	0.137 0.043	99.22 0.159
3	0.008 0.009	7.68 0.08	0.06 0.01	0.002 0.006	0.004 0.006	0.013 0.016	0.001 0.002	0.298 0.027	0.01 0.01	0.004 0.011	0.102 0.056	99.13 0.086
4	0.006 0.009	8.53 0.12	0.06 0.01	0.002 0.006	0.002 0.002	0.003 0.005	0.005 0.012	0.338 0.043	0.01 0.01	0	0.089 0.025	99.34 0.12
5	0.006 0.009	6.08 0.04	0.07 0.01	0.002 0.005	0.008 0.006	0.005 0.009	0.001 0.003	0.357 0.031	0.01 0.01	0.001 0.002	0.089 0.053	99.15 0.25
6	0.004 0.006	6.27 0.09	0.09 0.01	0.005 0.011	0.002 0.004	0.009 0.017	0.004 0.005	0.398 0.033	0.01 0.02	0	0.124 0.027	99.11 0.29
7	0.005 0.006	6.30 0.05	0.07 0.01	0.005 0.007	0.002 0.002	0.02 0.025	0.003 0.007	0.419 0.019	0	0	0.118 0.023	99.52 0.18
8	0.002 0.003	10.2 0.54	0.09 0.01	0.008 0.011	0.004 0.004	0.006 0.011	0.006 0.009	0.521 0.044	0.02 0.02	0	0.123 0.034	99.24 0.14
9	0	8.86 0.07	0.07 0.01	0.003 0.006	0.006 0.006	0.011 0.009	0.003 0.008	0.463 0.019	0.03 0.02	0.003 0.007	0.115 0.044	99.28 0.27
10	0.005 0.006	9.47 0.09	0.07 0.09	0.018 0.014	0.004 0.004	0	0.003 0.004	0.332 0.031	0.01 0.01	0.001 0.003	0.116 0.046	99.15 0.24
11	0.004 0.006	9.21 0.05	0.07 0.02	0.006 0.008	0.003 0.004	0.009 0.017	0.009 0.009	0.439 0.013	0.01 0.01	0	0.101 0.047	99.54 0.22
12	0.008 0.008	7.39 0.09	0.12 0.01	0.002 0.005	0.004 0.005	0.082 0.021	0	0.804 0.019	0.04 0.01	0	0.094 0.06	99.63 0.27
13	0.003 0.004	8.9 0.12	0.09 0.01	0.006 0.011	0.006 0.009	0.014 0.015	0.007 0.007	0.487 0.031	0.01 0.01	0.001 0.003	0.107 0.054	99.73 0.24
14	0.003 0.006	8.11 0.09	0.07 0.01	0.013 0.008	0.003 0.004	0	0.004 0.008	0.43 0.017	0.01 0.01	0	0.123 0.048	99.48 0.29
15	0.005 0.008	7.44 0.13	0.14 0.01	0.2 0.009	0.004 0.007	3.22 0.135	0.001 0.003	2.48 0.077	0.49 0.02	0	0.114 0.041	99.87 0.31
16	0.002 0.003	9.07 0.07	0.07 0.01	0.007 0.009	0.002 0.004	0.009 0.009	0	0.42 0.024	0.01 0.01	0	0.103 0.029	99.33 0.24
17	0.003 0.006	8.72 0.12	0.07 0.01	0.007 0.014	0.002 0.003	0.028 0.024	0.003 0.005	0.37 0.017	0.01 0.01	0	0.13 0.05	99.18 0.25
18	0.003 0.008	6.51 0.06	0.07 0.01	0.003 0.005	0.003 0.005	0.004 0.008	0	0.39 0.04	0.02 0.01	0	0.105 0.062	99.27 0.103
19	0.006 0.009	9.31 0.08	0.07 0.01	0.004 0.004	0.003 0.004	0.015 0.019	0.0004 0.001	0.43 0.013	0.07 0.01	0.0001 0.0004	0.097 0.05	99.14 0.32
20	0.005 0.01	7.95 0.07	0.06 0.01	0.002 0.005	0.005 0.007	0.009 0.016	0.002 0.006	0.29 0.023	0.01 0.01	0	0.133 0.047	99.25 0.24

جدول رقم (6-ب): يبين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي المكتشف من موقع أم الجمال الأثري، ونسبة الخطأ في

القياس لكل عملية قياس.

4.2.1 نتائج تحليل عينات كنيسة القديسة مريم.

تم تحليل أربع عينات تنتمي لهذه الكنيسة وهذه العينات هي رقم (7، 9، 12، 14)، أنظر جدول رقم (7). تراوحت نسبة السيليكا ما بين 69.28 - 74.74 % ومتوسطها 71.8 %، ونسبة الصودا تراوحت ما بين 12.77 - 14.48 % ومتوسطها 13.58 %، ونسبة الكالسيوم تراوحت ما بين 6.30 - 8.86 % ومتوسطها 7.76 %، ونسبة الألومينا تراوحت ما بين 2.85 - 3.66 % ومتوسطها 3.26 %، ونسبة المغنيسيوم تراوحت ما بين 0.42 - 0.97 % ومتوسطها 0.65 %، ونسبة البوتاسيوم تراوحت ما بين 0.55 - 0.92 % ومتوسطها 0.96 %. أما العناصر الأخرى الوسط الحسابي لنسبتها هو كما جاءت في الجداول في الأسفل.

S.No.	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	PbO	MnO	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	FeO	CuO
7	74.74	12.77	0.55	6.30	0.42	3.39	0.003	0.015	0.005	0	0.149	0.02
9	69.28	14.48	0.92	8.86	0.68	2.85	0.028	0.585	0.003	0.003	0.463	0.01
12	71.56	13.22	0.89	7.39	0.97	3.66	0.038	0.104	0.002	0	0.804	0.08
14	71.62	13.84	0.68	8.11	0.53	3.15	0.007	0.015	0.013	0	0.43	0
%Avg	71.8	13.58	0.76	7.67	0.65	3.26	0.019	0.179	0.006	0.001	0.462	0.03

S. No.	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ZnO	Cl	NiO	TiO ₂	V ₂ O ₃	BaO	SO ₃	CoO	SrO
7	0.003	0.056	0.024	0.65	0.005	0.073	0.002	0.027	0.081	0.003	0.118
9	0.004	0.145	0.008	0.77	0	0.074	0.006	0.041	0.122	0.003	0.115
12	0.006	0.097	0.01	0.50	0.008	0.122	0.004	0.033	0.131	0	0.094
14	0.005	0.08	0.009	0.92	0.003	0.071	0.003	0.027	0.049	0.004	0.123
%Avg	0.005	0.095	0.013	0.71	0.004	0.085	0.004	0.032	0.096	0.003	0.113

جدول رقم (7): يبين نتائج تحليل عينات الزجاج كنيسة القديسة مريم.

4.2.2 نتائج تحليل عينات المقبرة الشمالية.

تم تحليل خمس عينات من هذه المقبرة هي رقم (1، 8، 11، 13، 16) أنظر جدول رقم (8).
 تراوحت نسبة السيليكا ما بين 68.36-71.58% ومتوسطها 69.59%، ونسبة الصودا تراوحت ما بين 13.04-14.82% ومتوسطها 13.99%، ونسبة الكالسيوم تراوحت ما بين 8.9-10.24% ومتوسطها 9.47%، ونسبة الألومينا تراوحت ما بين 3.08-3.21% ومتوسطها 3.15%، ونسبة المغنيسيوم تراوحت ما بين 0.52-0.83% ومتوسطها 0.63%، ونسبة البوتاسيوم تراوحت ما بين 0.59-1.38% ومتوسطها 0.95%، أما العناصر الأخرى فالوسط الحسابي لنسبها هو كما جاءت في الجداول في الأسفل.

S. No.	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	PbO	MnO	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	FeO	CuO
1	68.36	14.28	1.21	9.95	0.52	3.17	0.012	0.011	0.01	0.002	0.39	0.001
8	68.61	13.25	1.38	10.2	0.83	3.21	0.021	0.027	0.008	0	0.52	0.006
11	69.72	14.82	0.59	9.21	0.612	3.08	0.007	0.015	0.006	0	0.44	0.009
13	71.58	13.04	0.89	8.9	0.638	3.14	0.004	0.029	0.006	0.001	0.49	0.014
16	69.71	14.55	0.69	9.07	0.561	3.13	0.005	0.017	0.007	0	0.42	0.009
%Avg	69.59	13.98	0.95	9.47	0.632	3.15	0.0098	0.0198	0.0074	0.001	0.45	0.0078

S. No.	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	NiO	TiO ₂	V ₂ O ₃	CoO	ZnO	Cl	BaO	SO ₃	SrO
1	0.006	0.299	0.002	0.08	0.005	0.005	0.20	0.64	0.025	0.081	0.098
8	0.008	0.255	0.002	0.088	0.004	0.006	0.008	0.74	0.039	0.039	0.123
11	0.002	0.119	0.004	0.069	0.003	0.009	0.006	0.80	0.017	0.078	0.101
13	0.008	0.146	0.003	0.091	0.006	0.007	0.016	0.61	0.019	0.141	0.107
16	0.004	0.149	0.002	0.071	0.002	0	0.016	0.849	0.034	0.104	0.103
%Avg	0.0056	0.1936	0.0026	0.0798	0.004	0.0054	0.0492	0.7278	0.0268	0.0886	0.1064

جدول رقم (8): يبين نتائج تحليل عينات زجاج المقبرة الشمالية.

4.2.3 نتائج تحليل عينات الكاتدرائية.

تم تحليل أربع عينات من هذه الكاتدرائية وهي رقم (2، 3، 10، 17) أنظر جدول رقم (9).
 تراوحت نسبة السيليكا ما بين 68.74-73.27% ومتوسطها 71.08%، ونسبة الصودا تراوحت ما بين 12.84 - 15.35% ومتوسطها 13.92%، ونسبة الكالسيوم تراوحت ما بين 7.68-9.47% ومتوسطها 8.45%، ونسبة الألومينا تراوحت ما بين 2.87-3.17% ومتوسطها 3.08%، ونسبة المغنيسيوم تراوحت ما بين 0.47-0.61% ومتوسطها 0.51%، ونسبة البوتاسيوم تراوحت ما بين 0.37-1.12% ومتوسطها 0.63%. أما العناصر الأخرى فالوسط الحسابي لنسبتها هو كما جاءت في الجدول في الأسفل.

S. No.	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	PbO	MnO	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	FeO	CuO
2	71.94	13.81	0.52	7.93	0.48	3.17	0.008	0.014	0.007	0	0.306	0.006
3	73.27	12.84	0.52	7.68	0.47	3.09	0.005	0.013	0.002	0.004	0.298	0.013
10	70.39	13.66	0.38	9.47	0.62	3.19	0.007	0.018	0.018	0.001	0.332	0
17	68.73	15.35	1.12	8.72	0.49	2.87	0.008	0.353	0.007	0	0.37	0.028
%Avg	71.08	13.92	0.63	8.45	0.51	3.08	0.007	0.099	0.0085	0.001	0.3265	0.012

S. No.	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ZnO	Cl	BaO	NiO	TiO ₂	V ₂ O ₃	CoO	SO ₃	SrO
2	0.003	0.052	0.011	0.899	0.019	0	0.054	0	0.003	0.057	0.137
3	0.003	0.065	0.009	0.753	0.026	0.008	0.056	0.004	0.001	0.071	0.102
10	0.005	0.037	0.009	0.86	0.022	0.005	0.067	0.004	0.003	0.121	0.116
17	0.007	0.139	0.017	0.81	0.028	0.003	0.069	0.002	0.003	0.13	0.13
%Avg	0.005	0.073	0.012	0.831	0.024	0.004	0.0615	0.0025	0.003	0.095	0.121

جدول رقم (9): يبين نتائج تحليل عينات زجاج الكاتدرائية.

4.2.4 نتائج تحليل عينات الكنيسة المزودة.

تم تحليل ست عينات من هذه الكنيسة هي رقم (4، 5، 6، 18، 20، 19). أنظر جدول رقم (10)، تراوحت نسبة السيليكا ما بين 68.26-74.59% ومتوسطها 72.06%، ونسبة الصودا تراوحت ما بين 12.61-15.36% ومتوسطها 13.99%، ونسبة الكالسيوم تراوحت ما بين 6.08-9.31% ومتوسطها 7.44%، ونسبة الألومينا تراوحت ما بين 2.92-3.36% ومتوسطها 3.14%، ونسبة المغنيسيوم تراوحت ما بين 0.43-0.68% ومتوسطها 0.49%، ونسبة البوتاسيوم تراوحت ما بين 0.44-1.09% ومتوسطها 0.64%. أما العناصر الأخرى فالوسط الحسابي لنسبتها هي كما جاءت في الجداول في الأسفل.

S.No.	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	PbO	MnO	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	FeO	CuO
4	69.71	15.36	0.78	8.53	0.51	2.92	0.004	0.023	0.002	0	0.34	0.003
5	73.66	14.11	0.44	6.08	0.43	3.07	0.007	0.01	0.002	0.001	0.36	0.005
6	74.59	12.61	0.52	6.27	0.43	3.36	0.012	0.018	0.005	0	0.39	0.009
18	73.85	13.44	0.49	6.51	0.44	3.12	0.018	0.018	0.003	0	0.39	0.004
19	68.26	14.95	1.09	9.31	0.68	3.19	0.072	0.076	0.004	0.0001	0.43	0.015
20	72.28	13.51	0.51	7.95	0.49	3.16	0.013	0.014	0.002	0	0.29	0.009
%Avg	72.06	13.99	0.64	7.44	0.49	3.14	0.021	0.027	0.003	0.0002	0.37	0.008

S. No.	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ZnO	Cl	BaO	NiO	TiO ₂	V ₂ O ₃	CoO	SO ₃	SrO
4	0.005	0.099	0.005	0.85	0.029	0.006	0.063	0.002	0.005	0.19	0.089
5	0.007	0.039	0.008	0.78	0.033	0.006	0.065	0.008	0.001	0.11	0.089
6	0.005	0.052	0.013	0.64	0.026	0.004	0.085	0.002	0.004	0.07	0.124
18	0.006	0.03	0.016	0.82	0.029	0.003	0.07	0.003	0	0.08	0.105
19	0.006	0.159	0.011	0.73	0.026	0.006	0.068	0.003	0.0004	0.11	0.097
20	0.001	0.046	0.003	0.87	0.021	0.005	0.055	0.005	0.002	0.06	0.133
%Avg	0.005	0.071	0.009	0.78	0.027	0.005	0.068	0.004	0.0021	0.10	0.106

جدول رقم (10): يبين نتائج تحليل عينات الزجاج الكنيسة المزودة.

4.3 مناقشة النتائج وتفسيرها

سيتم تحت هذا العنوان مناقشة وتفسير نتائج تحليل عينات الدراسة في المجموعات الأربعة و الحديث عنها بشكل عام.

من خلال نتائج التحليل لزجاج هذه الدراسة في جدول رقم (6 أ و 6 ب) ولجميع العينات تبين أنه زجاج من نوع الصودا الجير Soda-Lime-Glass ومن خلال متوسط النسب لكل موقع من المواقع المذكورة سابقاً والمبيّنة في جدول رقم (11)، تدل هذه النتائج على استخدام ملح النطرون كمصدر للصودا كمعدل واستخدام الجير كمثبت بشكل رئيسي. يعتبر هذا النوع من الزجاج الأكثر شيوعاً حيث استخدم في الفترة الرومانية والفترة البيزنطية بشكل واسع وذلك لسهولة تشكيله ونفخه، وهذا النوع من الزجاج كان منتشراً في منطقة بلاد الشام وفي وسط وشرق البحر الأبيض المتوسط خلال تلك الفترات (Freestone et al 2000).

عينة رقم (15): هي بيزنطية الصنع بناءً على اللقى الأثرية معها لكن نسب المكونات الرئيسية بها مختلفة عن باقي العينات حيث نسبة السليكا بها $59.8\% \text{ SiO}_2$ والجير $7.4\% \text{ CaO}$ والبوتاسيوم $2.7\% \text{ K}_2\text{O}$ والصوديوم 14.83% ومن خلال هذه النسب يمكن القول بأن نوع الزجاج هو Soda-Lime Glass، ويلاحظ في هذه العينة ارتفاع نسبة أكسيد البوتاسيوم وأكسيد المغنيسيوم (انظر شكل رقم 6)، مما يدل على ان مصدر البوتاسيوم في هذه العينة هو رماد الأعشاب البرية الذي كان يحرق حتى يصبح رماداً والمكون من Potassium Carbonate (Tal et al 2008). وربما تكون هذه العينة اسلامية بناءً على تركيبها الكيميائي فمن المحتمل أن تكون نافذة الزجاج تم تجديدها خلال الفترة الإسلامية.

CaO	Na ₂ O	SiO ₂	الموقع
%7.62	%13.83	%69.39	كنيسة القديسة مريم
%9.47	%13.99	%69.59	المقبرة الشمالية
%8.45	%13.92	%71.08	الكاتدرائية
%7.44	%13.99	%72.06	الكنيسة المزدوجة

جدول رقم(11): يبين متوسط النسب المئوية للمكونات الرئيسية لزجاج الأربع مواقع.

وبمقارنة نتائج عينات الزجاج لهذه الدراسة مع نسب جدول رقم (12) يمكن تحديد نوع Soda- lime- glass إن كان من نوع Levantine I أو Levantine II أو غيره. حيث أن عينات رقم (1,2,4,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19,20) من خلال مقارنتها مع الجدول تبين أن النسب المئوية للمكونات الرئيسية متشابهة مع نسب المكونات الرئيسية لنوع الزجاج Levantine I.

والعينات رقم (3,6,7,18) مختلفة في نسب مكوناتها عن باقي العينات التي تم الحديث عنها اعلاه، فنسب مكوناتها أقرب الى نسب زجاج Levantine II من خلال مقارنته مع جدول رقم (12) (Freestone 2005: 197).

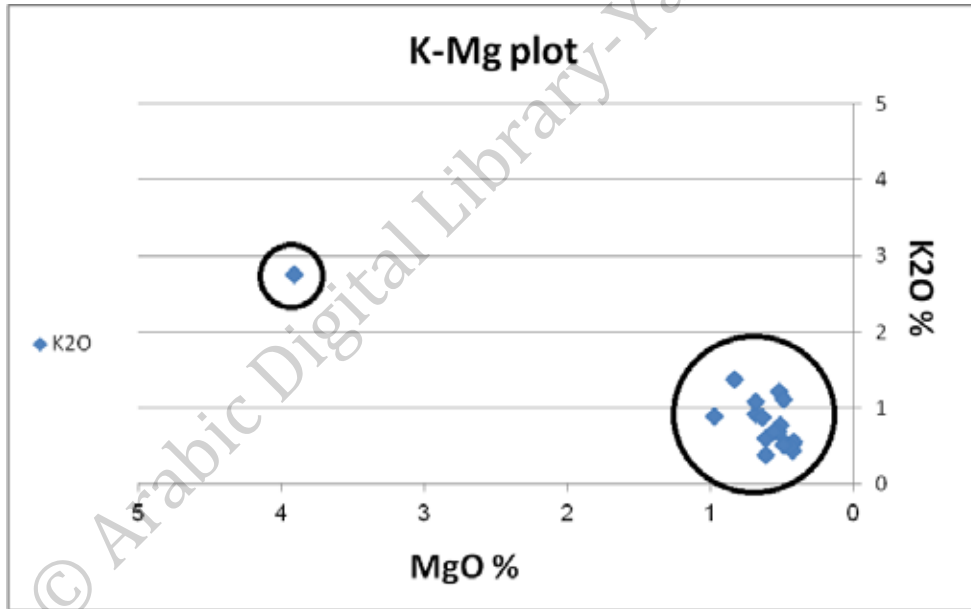
Oxide	Levantine II Bet Eli'ezer	Levantine I Apollonia	Egypt II Ashmunein	Roman blue-green Leicester
SiO ₂	74.9	70.6	68.2	70.7*
Na ₂ O	12.1	15.2	15.0	18.4
K ₂ O	0.46	0.71	0.2	0.69
CaO	7.16	8.07	10.8	6.43
MgO	0.63	0.63	0.5	0.55
Al ₂ O ₃	3.32	3.05	2.1	2.33
FeO	0.52	0.35	0.7	0.60
MnO	<0.1	<0.1	0.2	0.26

جدول رقم (12): يبين أنواع زجاج Soda-Lime-glass (Freestone 2005).

ومن خلال نتائج التحليل تبين أن مصدر الجير (CaO (Lime) في عينات زجاج هذه الدراسة هو الجير الذي كان يتواجد في رمال البحر المتوسط الساحلية والتي استخدمت كمصدر للسيليكا. إن نسبة الجير في هذه الرمال تساوي تقريباً 8,07% وتشابه نسبتها مع هذه العينات وهذه النسب تدل على استخدام الرمل من شواطئ البحر الأبيض المتوسط كمصدر للسيليكا لإنتاج هذه العينات (Freestone 2005: 197).

مصدر اكسيد الصوديوم Na₂O لجميع عينات الدراسة حسب نتائج التحليل هي ملح النطرون حيث يتم الاستدلال على ذلك في حالة النسب التالية: أن تكون نسبة الصودا أعلى من 12% ونسبة البوتاش والمغنيسا أقل من 2%، ويوضح ذلك الشكل رقم (6) الذي يعطي العلاقة بين MgO و K₂O ومن خلاله يتبين ان جميع تراكيز العينات قريبة من بعضها البعض وأقل من

2% وهذا يدل على استخدام ملح النطرون كمصدر للمادة القلوية، باستثناء عينة رقم (15) ريم زادت بها نسبة البوتاسيوم بشكل غير مقصود أو خطأ في الصناعة (Arletti et al 2009: 102). وبلغت نسبة الصودا في عينات هذه الدراسة بين 12.61-15.36% ونسبة البوتاسيوم K_2O لجميع العينات أقل من 2%، وبالتالي فإن مصدر المادة القلوية هي ملح النطرون والذي كان يتم جلبه من وادي النطرون في مصر. أما بالنسبة لرماد الأعشاب البرية كمادة قلوية فلم تستخدم في هذه العينات وذلك لأنها تحتوي على نسبة من البوتاسيوم أعلى من 2% (Stern and Graber, 2004).

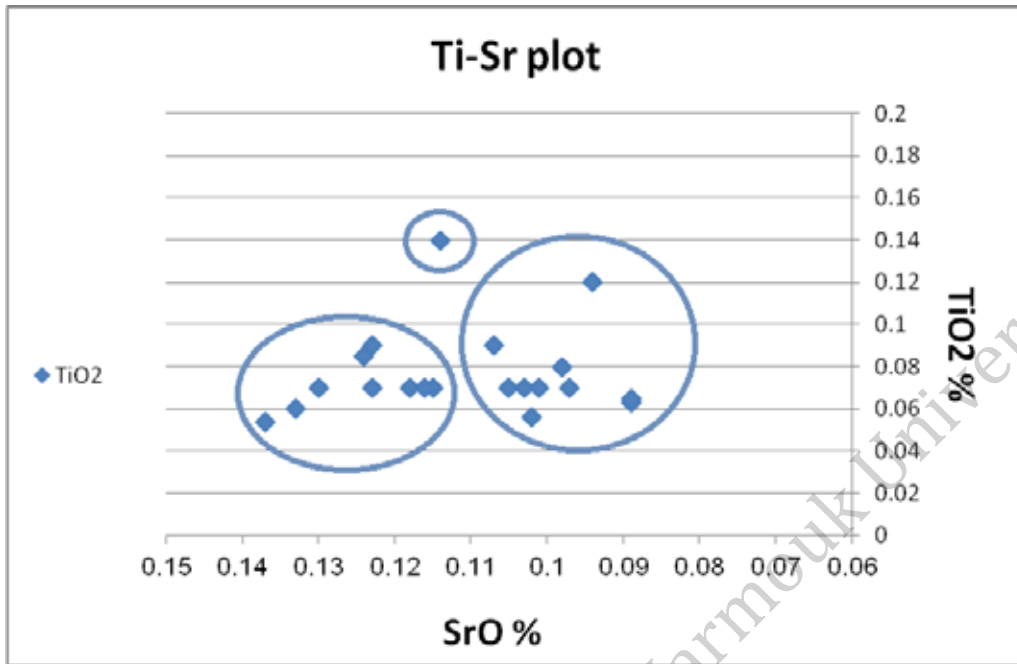


شكل رقم (6): يبين العلاقة بين Mg-K لعينات الدراسة جميعها.

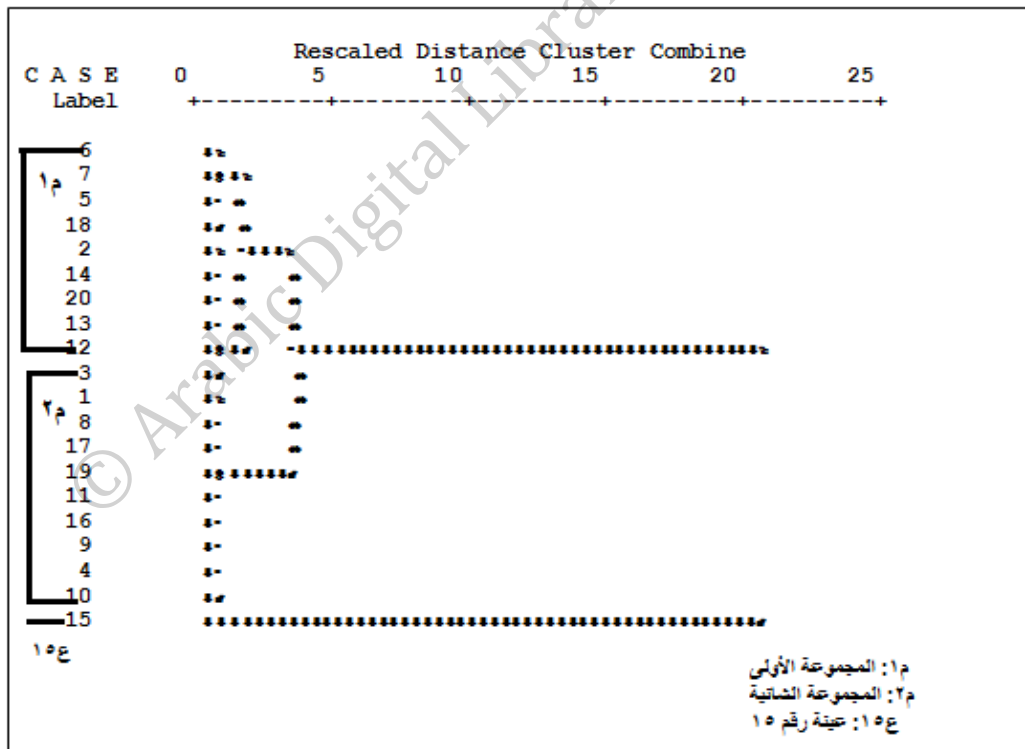
ومن خلال نسبة الالومينا Al_2O_3 في نتائج عينات هذه الدراسة والتي متوسط نسبتها 3.12% يعني أنها كانت موجودة ضمن الرمال (طين) التي تم جلبها من شواطئ البحر المتوسط حيث أن نسبة الألومينا بها تبلغ من 1-3% تقريباً أي انه مكون طبيعي مع هذه الرمال.

النسب القليلة من الأكاسيد التي توجد في جميع عينات هذه الدراسة مثل (Cr_2O_5 , P_2O_5 ,) حيث نسبها لا تتعدى 0.5%، فهي مركبات شائبة على الأغلب وتكون غير متعمدة بالإضافة ولا تؤثر في لون الزجاج، تفيدنا فقط في معرفة مصدر المواد الخام، ونسب مركبات هذه الشوائب مختلفة لبعض عينات هذه الكنيسة وهذا يدل على ان مصدر الرمل من محاجر مختلفة من على شواطئ البحر المتوسط فمثلا من خلال العلاقة بين عنصري التيتانيوم والسترونتيوم الشائبين (Sr-Ti) في شكل رقم (7) قسمت العينات الى ثلاث مجموعات حيث أن العينات رقم (1، 3، 4، 5، 11، 12، 13، 16، 18، 19) من محجر والعينات رقم (2، 6، 7، 8، 9، 10، 14، 17، 20) من محجر آخر، والعينة رقم (15) من محجر آخر ولكن من نفس المكان (شواطئ البحر المتوسط).

ولتأكيد نتائج هذه العلاقة السابقة تم عمل تحليل احصائي Hierarchical Cluster Analysis تحديداً، وذلك لجميع العناصر الكيميائية المحللة ولجميع العينات. يبين الشكل (8) نتائج هذا التحليل والتي تبين ان العينات توزعت على مجموعتين رئيسيتين تضم المجموعة الاولى تسع عينات وتضم الثانية عشر عينات هذا بالإضافة الى عينة رقم 15 المختلفة عنهما. وبغض النظر عن الاختلاف في بعض العينات في المجموعتين يدل هذا التوزيع أيضا على ان مصدر صناعة العينات ليس نفسه وانما جاءت من منطقتين (مصدرين جغرافيين) على الاقل.



شكل رقم (7): بين العلاقة بين Sr-Ti لعينات الدراسة كاملة.



شكل رقم (8): يبين Hierarchical Cluster Analysis لجميع العينات.

4.4 ألوان عينات الدراسة:

تختلف العينات في ألوانها فهناك 9 عينات لون أخضر مزرق، و 4 عينات أخضر فاتح، وعينتان أزرق فاتح، وعينتان أخضر غامق، وعينة أخضر مصفر، وعينة بنفسجي محمر، وعينة شفافة.

يعزى اللون الأخضر المصفر في عينة رقم (8) لأكسيد الحديد Fe^{3+} الموجود في الرمال، كذلك وجود أكسيد المنغنيز Mn^{2+} في صورته المختزلة فينتج اللون الأخضر المصفر لهذه العينة (اسكاروس 1966: 161-164).

أما الزجاج الشفاف عديم اللون للعينة رقم (18) فينتج بسبب استخدام أكسيد المنغنيز MnO^{2+} وفي بيئة حرق مختزلة وليس مؤكسدة، حيث يعمل المنغنيز على إلغاء دور أكاسيد الحديد في تلوين الزجاج، لأن أكسيد المنغنيز يعتبر عاملاً مزيل للون وبالتالي ينتج الزجاج الشفاف (Newton and Davison, 1989).

الزجاج البنفسجي المحمر للعينة رقم (15) ناتج عن استخدام أكسيد المنغنيز الثلاثي MnO^{3+} ، مع وجود أكسيد الحديد FeO بنسبة مرتفعة ينتج اللون البنفسجي أو البني المحمر، وأن وجود أكسيد النحاس CuO^{+} بنسبة عالية 3.2% تقريباً يعطي اللون الأحمر، وينتج بذلك اللون البنفسجي المحمر (لوكس 1964: 210-311).

الزجاج الأخضر الفاتح للعينات رقم (9، 12، 16، 17) ينتج عن وجود أكسيد الحديد FeO بنسبة تقريبا 0.4% حيث يعطي صبغة مخضرة (Henderson et al, 2004). وبوجود أكسيد الحديدوز FeO^{2+} وفي بيئة حرق مختزلة ينتج اللون الأخضر للعينات (Goffer, 1980).

الزجاج الأزرق للعينات رقم (7، 10) ناتج عن استخدام أكسيد الحديد Fe_2O بشكل أساسي، وأكسيد النحاس CuO^{2+} ، مع أكسيد الكوبالت CoO^{2+} ينتج منهما اللون الأزرق بدرجاته للعينات (Henderson et al, 2004).

أن أكسيد الحديدوز FeO^{2+} يعطي اللون الأزرق وأكسيد الحديدك FeO^{3+} يعطي اللون الأزرق والخليط بينهما ينتج اللون الأخضر بدرجاته، وبالتالي ينتج اللون الأخضر الغامق والأخضر المزرق للعينات رقم (1، 2، 3، 4، 5، 6، 11، 13، 14، 19، 20) (Goffer, 1980).

4.5 مقارنة نتائج الدراسة مع دراسات سابقة

1- مقارنة مع دراسة علامة (2011) للزجاج المكتشف من موقع الفدين الأثري في المفرق، دراسة وصفية تحليلية مقارنة لعينات من الزجاج الروماني والبيزنطي والأسلامي وباستخدام تقنية تفلور الأشعة السينية (X-Ray-Fluorescence).

درست علامة (2011) ثمان عينات من الزجاج البيزنطي وسيتم مقارنة نتائج هذه الدراسة بنتائج علامة (2011) لهذه العينات فقط، وبالنظر الى جدول رقم (13) هناك تشابه بين متوسط النسب لكل من المكونات الرئيسية للزجاج بين موقع الفدين وموقع أم الجمال حيث بلغ متوسط نسبة أكسيد السليكا SiO_2 71.8%، ومتوسط أكسيد الصوديوم Na_2O 14.2%، ومتوسط نسبة أكسيد الكالسيوم CaO 7.8%. هذه النسب قريبة جدا من متوسط نسب هذه الدراسة حيث بلغ نسبة السليكا 70.53%، والصودا 13.93%، والجير 8.25%.

وهذا يشير الى أن نوع الزجاج لكل من الموقعين هو Soda-Lime-Glass، واستخدم في عينات زجاج الفدين النطرون كمادة قلووية ماعدا عينة واحدة رقم (1) تم استخدام رماد الأعشاب البحرية، وعينات أم الجمال استخدمت أيضاً ملح النطرون، عينات أم الجمال مختلفة بالنوع عن عينات موقع الفدين حيث أن (15) عينة من نوع Levantine I و (5) عينات من نوع Levantine II من خلال تفسير النتائج، أما عينات موقع الفدين يتضح من خلال تفسير النتائج أن (5) عينات من نوع Levantine I و (3) عينات من نوع Levantine II.

S.N	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	Al ₂ O	MgO	Na ₂ O
1	0.74	0.04	0.12	5.12	0.81	0.15	69.80	0.43	2.9	18.30
2	0.57	0.02	0.09	8.54	1.02	0.18	71.80	2.77	0.51	13.80
3	0.79	0.02	0.09	7.17	0.48	0.04	73.50	2.65	0.50	14.00
4	0.54	0.02	0.08	9.35	0.80	0.14	68.90	2.50	0.51	15.60
5	0.6	0.05	0.09	10.10	0.73	0.15	70.30	2.70	0.69	13.60
6	0.65	0.02	0.10	6.02	0.63	0.06	75.20	2.93	0.46	12.80
7	0.72	0.05	0.13	8.11	0.78	0.18	74.00	2.66	0.51	12.30
8	1.06	0.02	0.10	8.03	0.62	0.11	71.00	3.04	0.52	12.90
Avg%	0.70	00	0.1	7.8	0.7	0.1	71.80	2.5	0.7	14.20

جدول رقم (13): يبين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي لموقع الفدين الأثري (علامة، 2011).

2- مقارنة دراسة عبد الله (2010)، للزجاج المكتشف من موقع بيت راس الأثري في مدينة

أريد شمال الأردن دراسة تحليلية وصفية ل 20 عينة تعود للفترة البيزنطية وذلك

باستخدام تقنية (AAS).

بالنظر الى جدول رقم (14) هناك تشابه بين متوسط النسب لكل من المكونات الرئيسية للزجاج

بين موقع بيت راس وموقع الدراسة أم الجمال حيث كان متوسط نسبة أكسيد السيليكا SiO₂

70.65%، ومتوسط أكسيد الصوديوم Na₂O 14.19%، ومتوسط نسبة أكسيد الكالسيوم

CaO 8.86% لموقع بيت راس، هذه النسب قريبة جدا من متوسط نسب الدراسة على موقع أم

الجمال حيث بلغ نسبة السليكا 70.53%، والصودا 13.93%، والجير 8.25%.

وهذه النسب تشير الى أن نوع الزجاج هو Soda-Lime-Glass لكل من الموقعين أم الجمال

وبيت راس، واستخدم في عينات موقع بيت راس ملح النطرون كمادة قلوية وعينات أم الجمال

استخدمت ملح النطرون ايضاً، عينات أم الجمال مختلفة بالنوع عن عينات موقع بيت راس حيث

أن (15) عينه من نوع Levantine I و (5) عينات من نوع Levantine II من خلال تفسير

النتائج، أما عينات موقع بيت راس جميعها من نوع زجاج Levantine I .

S.N	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂
21	70.82	14.15	0.68	8.84	0.55	0.49	0.02	3.09	0.17	0.07
22	70.84	14.01	0.74	8.74	0.48	0.56	0.01	3.13	0.24	0.01
23	70.55	14.96	0.52	8.95	0.51	0.59	0.01	2.97	0.11	0.06
24	70.88	14.66	0.53	9.11	0.51	0.57	0.03	3.13	0.34	0.13
25	71.06	14.27	0.71	8.67	0.53	0.47	0.02	3.27	0.16	0.11
26	70.65	14.07	0.87	8.62	0.49	0.44	0.03	3.07	0.13	0.09
27	71.06	14.89	0.66	8.75	0.46	0.49	0.01	3.12	0.10	0.07
28	70.65	14.35	0.46	9.02	0.53	0.53	0.03	2.98	0.17	0.07
29	70.74	15.21	0.74	8.74	0.48	0.56	0.01	2.91	0.24	0.10
30	69.83	15.42	0.57	8.95	0.51	0.49	0.03	3.14	0.11	0.06
31	70.74	15.24	0.53	8.21	0.60	0.52	0	3.51	0.34	0.09
32	71.08	14.98	0.71	8.92	0.53	0.49	0.03	2.94	0.16	0.11
33	70.15	15.47	0.73	8.67	0.50	0.47	0.03	3.47	0.13	0.10
34	71.36	15.09	0.56	8.35	0.46	0.55	0.02	3.22	0.1	0.06
35	70.11	15.65	0.76	9.22	0.51	0.48	0.03	2.96	0.17	0.07
36	70.44	15.24	0.54	8.7	0.48	0.50	0	3.09	0.24	0.10
37	70.55	15.15	0.46	8.91	0.45	0.49	0.01	2.85	0.11	0.06
38	69.94	15.08	0.59	9.02	0.61	0.52	0.05	3.23	0.34	0.08
39	70.98	14.97	0.74	9.17	0.53	0.49	0.05	3.17	0.16	0.11
40	70.65	15.48	0.63	8.82	0.47	0.47	0.04	3.03	0.31	0.09
Avg%	70.65	14.19	0.63	8.86	0.50	0.50	0.02	3.11	0.18	0.08

جدول رقم (14): بين نتائج تحليل عينات الزجاج البيزنطي من موقع بيت راس (Abd-Allah, 2010).

3- مقارنة دراسة مرعي (2008) لزجاج نوافذ كنيسة البتراء في مدينة البتراء جنوب الأردن

دراسة وصفية تحليلية ل 23 عينة تعود للفترة من القرن الخامس وحتى القرن السابع

وذلك باستخدام تقنية Electronprobe Microanalysis.

وبالنظر الى جدول رقم (15) هناك تشابه بين متوسط النسب لكل من المكونات الرئيسية للزجاج

بين موقع كنيسة البتراء وموقع الدراسة أم الجمال، حيث كان متوسط نسبة أكسيد السيليكا SiO_2

69.81%، ومتوسط أكسيد الصوديوم Na_2O 15.04%، ومتوسط نسبة أكسيد الكالسيوم

CaO 9.14% لموقع كنيسة البتراء، هذه النسب قريبة جدا من متوسط نسب الدراسة على موقع

أم الجمال حيث بلغ متوسط نسبة السيليكا 70.53%، والصودا 13.93%، والجير 8.25%.

وهذه النسب تشير الى أن نوع الزجاج هو Soda-Lime-Glass لكل من الموقعين أم الجمال

وكنيسة البتراء، واستخدم في عينات موقع كنيسة البتراء ملح النطرون كمادة قلووية أما عينات أم

الجمال استخدمت ملح النطرون أيضاً.

Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SO ₂	Cl
PCP-92-001	69.69	2.95	0.50	9.17	0.54	15.13	0.88	0.07		0.14	0.14	0.73
PCP-92-002	70.42	2.25	0.41	7.52	0.38	16.21	0.58	0.07	0.80	0.15	0.21	0.99
PCP-96-003	71.98	2.68	0.44	8.24	0.56	13.99	1.00	0.08		0.14		0.87
PCP-94-004	71.14	2.85	0.39	8.30	0.44	14.98	0.73	0.07			0.16	0.87
PCP-94-005	69.55	3.01	0.53	9.47	0.49	14.88	0.91	0.10		0.14	0.18	0.74
PCP-96-006	69.16	2.97	0.51	9.30	0.54	15.54	0.75	0.08		0.11	0.20	0.83
PCP-92-007	70.11	2.93	0.50	9.14	0.50	14.89	0.89	0.09		0.13	0.13	0.68
PCP-92-008	69.23	3.03	0.54	9.48	0.54	15.13	0.89	0.08		0.13	0.20	0.75
PCP-93-009	66.64	2.84	0.64	10.98	0.63	15.13	1.78	0.11	0.15	0.34	0.12	0.63
PCP-92-010	68.36	2.91	0.48	10.21	0.50	15.60	0.8	0.09		0.11	0.21	0.73
PCP-96-011	70.83	2.83	0.56	9.14	0.63	13.53	1.4	0.10		0.21		0.72
PCP-92-012	69.83	2.96	0.50	9.07	0.53	15.14	0.85	0.09		0.15	0.14	0.72
PCP-93-013	67.64	2.78	0.57	10.06	0.60	15.45	1.53	0.11	0.16	0.29	0.12	0.69
PCP-92-014	71.61	2.92	0.51	9.02	0.48	13.40	1.15	0.10		0.15		0.67
PCP-92-015	70.17	2.88	0.52	9.33	0.60	14.50	0.91	0.10	0.11	0.15		0.68
PCP-94-016	69.03	2.96	0.46	9.27	0.56	15.74	0.75	0.10		0.10	0.21	0.82
PCP-92-017	68.34	2.72	0.50	9.18	0.56	16.11	1.22	0.09	0.17	0.21	0.13	0.76
PCP-94-018	70.96	2.86	0.40	8.41	0.43	15.01	0.73	0.07		0.10	0.17	0.87
PCP-94-019	70.91	2.87	0.42	8.67	0.45	14.74	0.78	0.08		0.10	0.15	0.84
PCP-93-020	69.48	2.86	0.43	9.08	0.41	15.98	0.67	0.09			0.14	0.78
PCP-93-021	69.47	2.90	0.43	9.05	0.42	15.99	0.65	0.08		0.09	0.16	0.75
PCP-92-022	69.43	3.06	0.62	9.59	0.66	14.56	1.03	0.11		0.15	0.08	0.68
PCP-92-023	71.57	2.68	0.47	8.47	0.52	14.19	1.01	0.08		0.15		0.86
Average	69.81	2.86	0.49	9.14	0.52	15.04	0.95	0.09		0.15	0.16	0.77
Standard deviation (σ)	1.31	0.17	0.07	0.72	0.08	0.77	0.29	0.01		0.06	0.04	0.09
Relative σ	1.88	5.82	13.50	7.83	14.6	5.12	30.97	14.94		41.71	23.66	11.37

جدول رقم (15): يبين نتائج تحليل عينات زجاج نوافذ كنيسة البتراء (Marii, 2008).

عينات أم الجمال مختلفة بالنوع عن عينات موقع كنيسة البتراء حيث أن (15) عينه من نوع Levantine I و (5) عينات من نوع Levantine II من خلال تفسير النتائج، أما عينات موقع كنيسة البتراء جميعها من نوع زجاج Levantine I .

4.6 الخاتمة:

بعد انتهاء هذه الدراسة بشقيها النظري والعملية يمكن ايجاز نتائجها بما يلي:

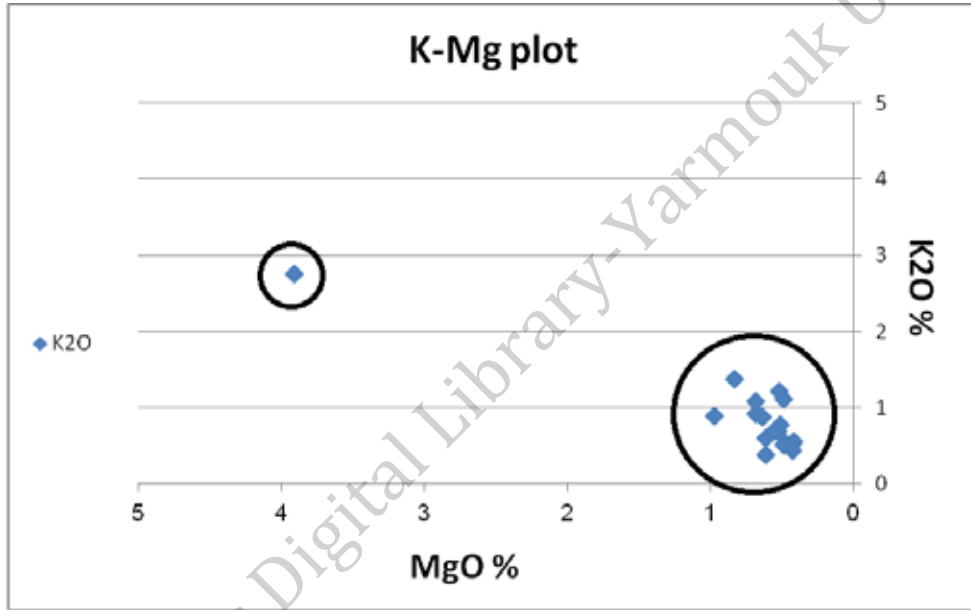
1- الدراسة الوصفية التي جرت على هذه العينات بينت أن القطع الزجاجية التي درست تعود لأدوات استخدمت لحفظ العطور كالمدمعة، والقوارير التي استخدمت للحفظ والزينة، والكؤوس والأواني التي استخدمت للطعام والشراب.

2- استخدمت تقنية (Electron probe microanalyser)، أحد طرق التحليل العلمية التي تتميز بدقتها في التعرف على نوع العناصر الكيميائية بالزجاج وتركيزها بدقه متناهية، وهذا ساعد في تحديد طبيعة المواد الخام المستخدمة وتحديد مصدرها الجغرافي.

3- الزجاج المكتشف من موقع أم الجمال تبين أنه من نوع Soda-Lime-Glass الذي ساد خلال الفترة الرومانية واستمر خلال الفترة البيزنطية، ومن خلال مقارنة نتائج هذا النوع من الزجاج مع دراسة قام بها (Freestone et al (2008) حول أنواع الزجاج، تبين أنه يوجد (14) عينة من نوع Levantine I و(5) عينات من نوع Levantine

.||

4- استخدم ملح النطرون كمادة قلوية، لإنتاج زجاج موقع أم الجمال الأثري. ومن خلال العلاقة الموضحة في شكل رقم (9)، بين K_2O ، MgO التي تحددان مصدر المادة القلوية يتضح من العلاقة أن جميع العينات كانت تستخدم ملح النطرون بشكل رئيسي للمادة القلوية، ماعدا عينة رقم (15) زادت بها نسبة البوتاسيوم مما يدل على استخدام رماد الأعشاب (Arletti et al 2009: 102).

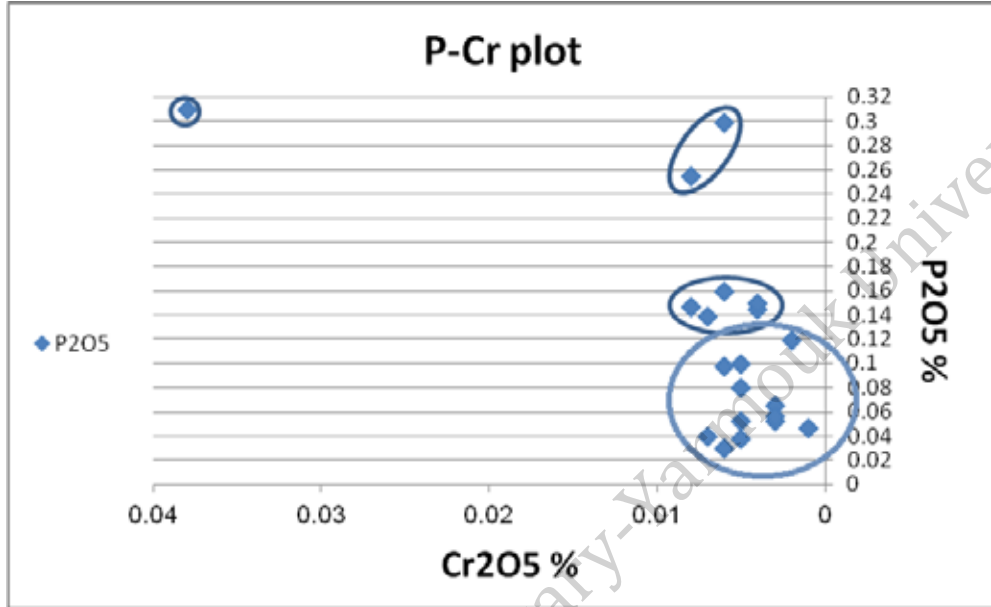


شكل رقم (9): يبين العلاقة بين Mg-K لعينات الدراسة جميعها.

5- اختلفت ألوان عينات الزجاج في موقع أم الجمال وذلك بسبب دور الأكاسيد في تلوين الزجاج أو إزالة اللون أو الإعتماد للزجاج، وكانت أغلب ألوان هذه العينات هي الأخضر المزرق والأخضر الفاتح والأخضر الغامق والأزرق والشفاف.

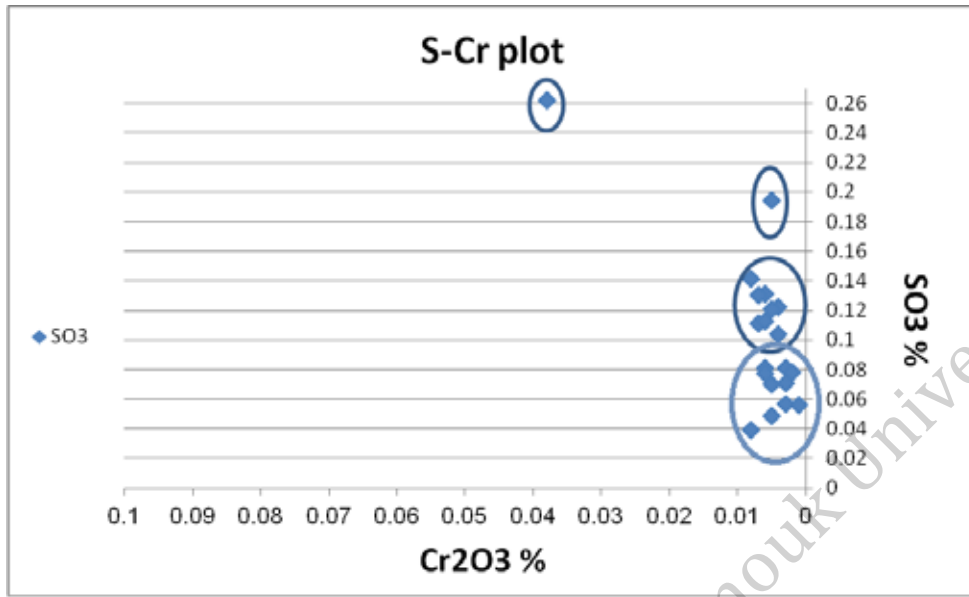
6- توضح تراكيز العناصر الشائبة أن مصادر المواد الخام لعينات الدراسة اختلفت، فمثلا يمكن تقسيم العينات الى ثلاث أو أربع مجموعات وذلك من خلال العلاقات الموضحة في الأشكال (10-12)، مثل العلاقة بين P-Cr في شكل رقم (10) قسمت العينات الى اربع مجموعات حيث أن العينات رقم (2)، (3)، (4)، (5)، (6)، (7)، (10)، (11)، (12)، (14)،

18، 20) من محجر والعينات رقم (9، 13، 16، 17، 19) من محجر آخر،
والعينات رقم (1، 8) من محجر، والعينة رقم (15) من محجر آخر.



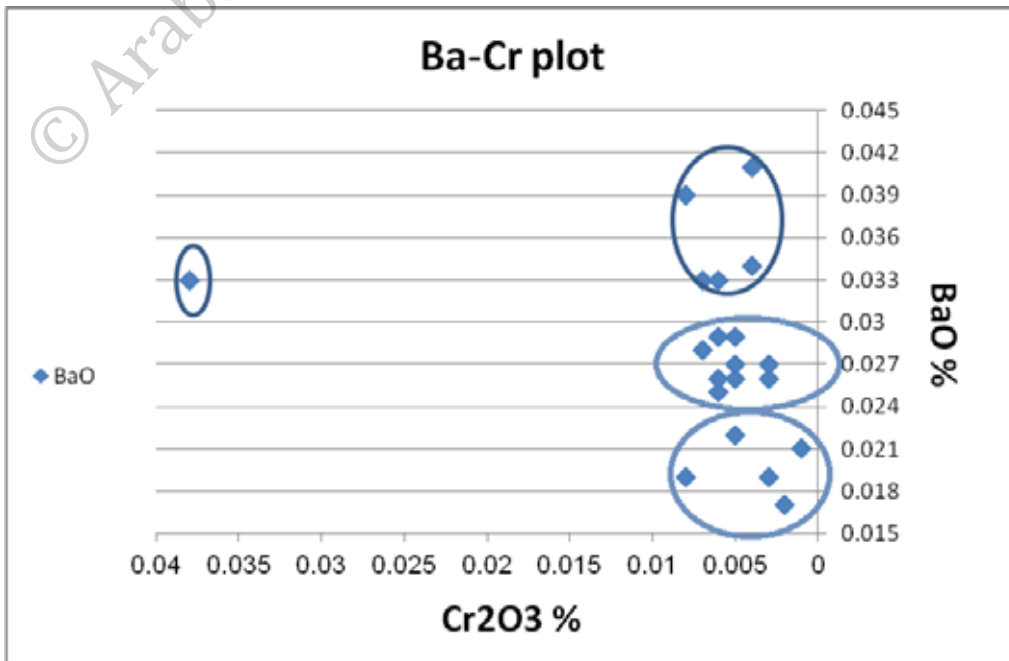
شكل رقم (10): يبين العلاقة بين Cr-P لعينات الدراسة كاملة.

العلاقة بين S-Cr في شكل رقم (11) قسمت العينات الى اربع مجموعات حيث أن العينات رقم (1، 2، 3، 6، 7، 8، 11، 14، 18، 20) من محجر والعينات رقم (5، 9، 10، 12، 13، 16، 17، 19) من محجر آخر، والعينة رقم (4) من محجر، والعينة رقم (15) من محجر آخر.



شكل رقم (11): يبين العلاقة بين Cr-S لعينات الدراسة كاملة.

العلاقة بين Ba-Cr في شكل رقم (12) قسمت العينات الى اربع مجموعات حيث أن العينات رقم (2، 10، 11، 13، 20) من محجر والعينات رقم (1، 3، 4، 6، 7، 14، 17، 18، 19) من محجر آخر، والعينات رقم (5، 8، 9، 12، 16) من محجر، والعيينة رقم (15) من محجر آخر.



شكل رقم (12): يبين العلاقة بين Cr-Ba لعينات الدراسة كاملة.

7- مقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة للمواقع الثلاثة المختارة (بيت راس، الفدين، و البتراء) دل على أن تركيب الزجاج في الثلاثة مواقع لا يختلف كثيراً عن تركيب زجاج موقع أم الجمال من حيث النسب المواد الخام المستخدمة في الصناعة، فالزجاج في المواقع الأربعة هو Soda-Lime-glass وزجاج موقع بيت راس والبتراء من نوع Levantine I وزجاج موقع الفدين من نوع Levantine I عدا ثلاث عينات هي من نوع Levantine II، وزجاج أم الجمال من نوع Levantine I عدا خمس عينات من نوع Levantine II.

8- من خلال النتائج والبيانات المستخرجة تبين أن تقنية الصنع كانت جيدة وذلك من خلال النسب للمكونات الرئيسية للزجاج حيث هي مطابقة لنوع زجاج Soda-Lime، وأن دل على شيء دل على مهارة الصانع في صنع هذه القطع الزجاجية، باستثناء عينة رقم (15) ربما كان خطأ من الصانع أدى الى زيادة نسبة البوتاسيوم في القطعة.

9- عينات الدراسة مقسمة الى زجاج بيزنطي مبكر وزجاج بيزنطي وبيزنطي متأخر، ومن خلال نتائج التحليل لجميع العينات تبين أن صناعة الزجاج خلال هذه الفترة لم يتغير من أولها الى آخرها، حيث أن نسب المكونات الرئيسية لها متقاربة، وان دل على شيء دل على مهارة الصانع وجودة المواد الخام المستخدمة في الصنع.

المصادر العربية

- اسكاروس، جاد إبراهيم. 1966. صناعة الزجاج في مصر القديمة، مجلة رسالة المعلم، 3: 161.
- البدرى، علي حيدر صالح. 2002. التقنيات العلمية لفن الخزف والتزجيج والتلوين. جامعة اليرموك، أريد، الأردن.
- جاد الكريم، سلوى. 1995. دراسة ترميم وصيانة الآثار الزجاجية بمصر تطبيقاً على نماذج مختارة، رسالة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.
- جرادات، لما (محمد سعيد) عيسى. 2010. الألفاظ الدينية في نقوش أم الجمال. رسالة ماجستير (غير منشورة). جامعة اليرموك، أريد، عمان ، الأردن.
- جرار، عادل أحمد. 1988. الكيمياء في حياتنا، دار الكرمل للنشر، عمان، الاردن.
- حداد، ديار نجيب فرح. 1997. كنائس مدينة أم الجمال دراسة مقارنة مع كنائس بعض مواقع المنطقة الشمالية الشرقية من الأردن. رسالة ماجستير(غير منشورة)، جامعة اليرموك، أريد، الأردن.
- الحديدي، عدنان. 1996. الأردن وفلسطين، تاريخ وحضارة، مؤسسة الرسالة، بيروت، لبنان.
- الحصان، عبد القادر. 1999. محافظة المفرق ومحيطها عبر رحلة العصور، دراسات ومسوحات أثرية ميدانية، مطابع الأرز، عمان، الاردن.
- الحصان، عبد القادر محمود. 1995. أم الجمال. جامعة آل البيت. 7: 70-73.

- خضر، جورج. 1981. المسيحيون العرب: دراسات ومناقشات. مؤسسة الأيمان العربية، بيروت، لبنان.
- خويبر، عاطف محمد يوسف. 1990. نظام الري في أم الجمال، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.
- درويش، حسين. 1997. زجاج بمواصفات خاصة للتطبيقات الصناعية. المركز القومي للبحوث، مجلة العلوم، 250.
- درويش، عبد الكريم. 1999. الصناعات الكيماوية التجارية، صناعة الزجاج والسيراميك بأنواعه. دار المعرفة، دمشق.
- ديكسون، جون. صناعة الخزف مرشد كامل. ترجمة هاشم الهنداوي. دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، العراق.
- الزبيدي، محمد عوض. 2003. أم الجمال، ملامح من أغرب الأحداث والعادات، الأردن: المكتبة الوطنية، عمان، الأردن.
- زيتون، عادل. 1980. العلاقات السياسية والكنيسة بين الشرق البيزنطي والغرب اللاتيني في العصور الوسطى، دار دمشق، دمشق.
- زينهم، محمد علي. 1995. تكنولوجيا من الزجاج، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، مصر.
- الزيت، فاطمة. 2008. المواد الخام المستخدمة في صناعة الزجاج الروماني المكتشف في مواقع البصيلة وصعد ودوحة في الأردن، دراسة تحليلية مقارنة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.

- صالح، صالح أحمد. 1992. تكنولوجيا صناعة الزجاج القديم ، محاضرات تكنولوجيا المواد والصناعات القديمة غير العضوية، كلية الآثار، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.
- عابد، عبد القادر. 1982. جيولوجيا الأردن. مكتبة النهضة الإسلامية، عمان، الأردن.
- عباس، إحسان. 1987. تاريخ دولة الأنباط. دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- عباس، إحسان. 1990. تاريخ بلاد الشام ما قبل الإسلام حتى بداية العصر الأموي (600 - 661). الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- عبد الخالق، هناء. 1976. الزجاج الإسلامي في متاحف ومخازن الآثار في العراق، دار الحرية للطباعة، بغداد، العراق.
- عبد الله، رمضان عوض. 1999. دراسة علاج وصيانة الآثار الزجاجية المزخرفة بالمينا والمموهة بالذهب تطبيقاً على مجموعة متحف الفن الإسلامي بالقاهرة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.
- عصفور، يوسف صبحي يوسف. 2009. تاريخ وآثار الأردن. مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- علامة، إلهام حسين محمد. 2011. الزجاج المكتشف من موقع الفدين الأثري: دراسة تحليلية مقارنة. رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة اليرموك، أربد، الأردن.
- عمران، محمود سعيد. 1981. معالم تاريخ الإمبراطورية البيزنطية (مدخل لدراسة التاريخ السياسي والحربي). دار النهضة العربية، بيروت، لبنان.

- لوكاس، الفريد. **المواد والصناعات عند قدماء المصريين**، ترجمة زكي اسكندر محمد زكريا غنيم، دار الكتاب العربي، القاهرة، مصر، 1964.
- المحيسن، زيدون حمد. 2004. **الحضارة النبطية**. مؤسسة حمادة للدراسات الجامعية والنشر والتوزيع، أريد، الأردن.
- نحاس، رؤوف. 1968. **صناعة الزجاج**، دار النهضة العربية، القاهرة، مصر.

© Arabic Digital Library-Yarmouk University

المراجع الأجنبية:

- Abd- Allah, R. 2006. The raw materials of ancient roman glass in Egypt and Jordan: A comparative and analytical study. **Adumatu journal**.14: 23-32.
- Abd-Allah, R. 2010. Chemical Characterization and Manufacturing Technology of late Roman to Early Byzantine Glass From Bet Ras/Capitolias, Northern Jordan. **Journal of Archaeological science**. 37: 1866-1874.
- Aerts, A. and Janssens, K. and Adams, W. 1999. Trace – Level Microanalysis of Roman Glass From khirbet Qumran-Israel. **Journal of Archaeological science**. 26: 883-891.
- Al- Ahmad, Z. and Al-Muheisen, Z. 1996. A Chemical and Technological Study of Roman Glass Excavated from Yasileh Archaeological site Jordan. **Mutah**. 11: 5-2.
- Arletti. R, Glacobbe. C, Quartieri. S, Sabatiho. G. 2009. Archaeometrical Investigation of Sicilian Early Byzantine Glass: Chemical and Spectroscopic Data. **Archaeometry**. 52: 99-114.
- Basta, S. J. 1976 **A study of Ancient Islamic glass in Egypt**. Master Thesis (unpublished), faculty of science, Ain – Shams University.
- Bell, Gertrude L.1985. **The desert and the sown**. London.
- Bowersock, G. W. 1971. A Report on Arabia provincia. **JRS**.
- Brashler, G. 1995. The 1993 and 1994 Seasons at Umm el-jimal: the 1994 Umm el-jimal cemetery excavations: areas-AA and Z. **Annual of the Department of antiquities of Jordan**. 34: 457- 68.
- Brill. R. H. 1988. **Excavation at Jalame, Site of a Glass Factory in Late Roman Palestine**. Gladys Davidson Weinberg, University of Missouri press.
- Butler, H. C. 1913. **Umm el- jimal. In Ancient Architectur in Syria**. Division II-III. Leiden, Brill.
- Charleston, R.J. 1960 lead in Glass. **Archaeometry**. 3: 1-4.
- Corpett, G. U. S. 1957. Investigations at "julianos" Church at Umm el-jimal. **The Papers of the British School at Rome**. 25: 39-65.

- De Vries, B. 1979. Research at Umm El-Jimal, Jordan, 1972-1977. **Biblical Archaeologist**. 42: 49-55.
- De Vries, B. 1981a. The Umm El-Jimal Project 1972-1977. **Bulletin of the American Schools of Oriental Research**. 244: 97-116.
- De Vries, B. 1981b. **The Umm El-Jimal project 1981**. Monuscript.
- De Vries, B. 1982a. **Umm El-Jimal: Atour Guide**. Amman: Department of Antiquities.
- De Vries, B. 1982b. The Umm El-Jimal project 1972-1977. **Annual of the Department of Antiquities of Jordan**. 26:97-116.
- De Vries, B. 1984. **The 1984 Season of the Umm El-Jimal Project**. Monuscript.
- De Vries, B. 1985. Urbanization in the Basalt Region of North Jordan in Late Antiquity: The case of Umm El-Jimal. **Studies in the History and Archaeology of Jordan**. II: 56-249.
- De Vries, B. 1988. Jordan's Churches: Their Urban Context in late Antiquity. **Biblical Archaeologist**. 51: 6-222.
- De Vries, B. 1989. Umm El-Jimal. **Archaeology of Jordan**. II: 7-590.
- De Vries, B. 1993. The Umm El-Jimal Project, 1981-1992. **Annual of the Department of Antiquities of Jordan**. 37: 60-433.
- De Vries, B. 1995. The 1993 and 1994 Season at Umm El-Jimal: the Umm El-Jimal Project, 1993 and 1994 Field Seasons. **Annual of the Department of Antiquities of Jordan**. 39: 35- 421.
- De Vries, B. 2000. Continuity and Change in the Urban Character of the Southern Hauran from the 5th to the 9th Century: the Archaeological Evidence at Umm al-jimal. **Mediterranean Archaeology**. 13: 39-45.
- Doughty, C. M. 1979. **Travels in Arabia Desert. (1)**. New York: Dover public a tious.
- Frank, S. 1982. **Glass and Archaeology. Studies in archaeological science**. Academic Press, London.
- Freestone, I. C. 2005. The Provenance of Ancient glass Through Compositional Anlysis. **Archaeometry**. 852: 195-208.
- Freestone, I. C., Gorin-Rosen, Y., and Hughes, M. J., 2000, Primary glass from Israel and the production of glass in Late Antiquity and the early Islamic period, **in La route du verre**. 33: 65–83.

- Freestone, I. C; Greenwood, R; and Gorin-Rosen, Y. 2002a, Byzantine and early Islamic glassmaking in the eastern Mediterranean: production and distribution of primary glass, in *Hyalos = vitrum = glass: history, technology and conservation of glass and vitreous materials in the Hellenic world. 1st International Conference (ed. G. Kordas)*. 167–74.
- Freestone. C. I, Ponting. M and Hughes. M.J. 2002. The Origins of Byzantine Glass From Maroni Petrera, Cyprus. *Archaeometry*. 44: 257–272.
- Freestone, I. C., Leslie, K. A., Thirlwall, M., and Gorin-Rosen, Y., 2003, Strontium isotopes in the investigation of early glass production: Byzantine and early Islamic glass from the Near East, *Archaeometry*, 45, 19–32.
- Freestone, I.C; Ruth E. Jackson-Tal, R.E; and Tal,O. 2008. Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel. *Journal of Glass Studies*. 50: 67-80.
- Glueck, N. 1938. Nabataean Syria and Nabataean Trausjor dan. *JPOS*. 18:1-6.
- Glueck, N. 1942. Nabataean Syria. *BASOR*. 85:3-8.
- Glueck, N. 1944. wadi sirhan in north Arabia. *BASOR*. 96: 7-17.
- Glueck, N. 1951 Explorations in eastern Palestine, **IV**. *AASOR*. 25-8.
- Goffer, Z. 1980. **Archaeological Chemistry a source book on the applications of Chemistry to Archaeology**. Wiley, New York.
- Guinier, A. 1984. **The Structure of Matter**. Butter Worths, London.
- Handerson, J. 1985. The Raw Materials of Early Glass Production. *Oxford Journal of Archaeology*. 4: 67-91.
- Handerson, J.,McLoughlin, S.D.and Mcphail, D. S. 2004. Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqa, Syria. *Archaeometry*, 46: 439–468.
- Hoade, E. 1966. **East of the Jordan**. Jerusalem: Franciscan Printing Press.
- Hodges. H. 1964. **Artifacts**. Johan Baker Publishers Ltd. London.
- Horsfield, George. 1937 Umm El-Jemal. *Antiquity*. II: 60-456.
- Khoury, M. S. 1995. **Jerash Glass Corpus: Glass Excavated in 1982-1983/ by the Australian and British Teams**. Master thesis, Yarmouk University, Irbid, Jordan.

- Littmann, E., Magie, D. and Stuart, D. R. 1910. Greek and Latin Inscriptions in Syria: the Southern Hauran. **Leyden. Brill.**
- Llani, S.; Harlavan, Y.; Tarawneh, K.; Rabba, I.; Weinberger, R.; Ibrahim, K.; Peltz, S. and Steinitz, G. 2001. New K-Ar ages of basalts from the Harrat Ash Shaam volcanic field in Jordan: Implications for the span and duration of the upper-mantle upwelling beneath the western Arabian plate. **Geology**.29:171-174.
- Lucas, A. 1962. **Ancient Egyptian materials and industries**. London.
- Marii, F., 2008. **Glass, Glass Cakes and Tesserae from the Petra Church in Petra, Jordan**. PhD thesis, Institute of Archaeology, University College London.
- Merrill, S. 1881. **East of the Jordan: A Record of Travel and Observation in the Countries of Moab, Gilead and Bashan**. London: Richard Bentley.
- Newton, R. and Davison, S. 1989. **Conservation of Glass**. Butterworth's, London.
- Parker, S.T. 1982. Preliminary Report on the 1980 Season of the central limes Arabicus project. **Bulletin of the American Schools of Oriental Research**. 247: 1-26.
- Parker, S.T. 1986. Romans and Saracens: A history of the Arabian Frontier Dissertation Series. **Annual of The American Schools of Oriental Research**, 229: 1-26.
- Parker, S.T. 1987. The Roman LIMES IN Jordan. **Studies in The history and Archaeology of Jordan** 111; 151 -64 Ed. by Adnan Hadidi. Amman: Department of Antiquities.
- Peters, F, E. 1978. Romans and Bedouin in Southern Syria. **JNES**.
- Peters, F, E. 1984. The Arabs on the Frontier of Syria before Islam. **Proceedings of the First International Conference on Bilad Al-sham**. 141-166.
- Rasmussen, C. S. 2012. **How Glass Changed the World The History and Chemistry of Glass from Antiquity to the 13th Century**. SpringerBriefs in Molecular Science.
- Sababha, H. 2000. **Chemical Analysis of Glasses Excavated from the Archaeological Hayyan –Al –Mushriff during the Byzantine Islamic Period**, Master thesis, Yarmouk University, Irbid, Jordan.

- Showker, kay. 1979 **Fodor's Jordan and the holy land**. New York: David McKay Company.
- Stern. B, Gerber. Y. 2004. Potassium- Calcium Glass. **Archaeometry**. 46: 56-137.
- Turner, W.E.S.1956. Studies in ancient glass making processes. part V. Raw materials and melting processes. **Journal of Society of Glass Technology**, (40) ; 276 – 300.
- Tait. H, 1955. **Five Thousand Year of Glass**. London.
- Tal. O, Jackson-Tal. E, And Freestone. C. 2008.Glass Form a late Byzantine Secondary Work Shop at Ramla (South), Israel. **Journal of glass Studies**. 50: 81-95.

© Arabic Digital Library-Yarmouk University